www.radio.ru

1 • 2017

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



- Самодельные изодинамические
- Стабилизированный ИП из ЭПРА
- Сигнализатор времени приёма лекарств
- Ревербератор на МК

...и ещё 16 конструкций

1
2017

ISSN-0033-765X

"Радиопоиску" 25 лет — традиция, проверенная временем

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.



Юные участники конференции "Радиопоиск", а в центре — члены экспертного совета и руководители проектов.

Кружки, спортивные секции, слёты и конференции, ориентированные на занятия молодёжи радиолюбительством, не только расширяют кругозор у подрастающего поколения, но и помогают ему в выборе будущей профессии. Уже четверть века в Москве ежегодно проходит молодёжная радиолюбительская конференция "Радиопоиск".

Юбилейная конференция прошла в прошлом году. О том, кто принял в ней участие и отмечен её организаторами, рассказывает эта статья.

(см. статью на с. 59)

Макарова Лада демонстрирует работу усилителя для электрогитары.

Иван Маджар рассказывает об устройстве портативного УКВ ЧМ-приёмника. Он получил диплом 2-й степени в секции "Приёмопередающая аппаратура и усилители".

Андрей Абысов демонстрирует усилитель для электрогитары. Проект удостоен диплома 1-й степени в секции "Приёмопередающая аппаратура и усилители".

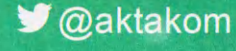
Андрей Антонов, автор проекта "Электродуга", и председатель экспертного совета Евгений Михайлович Лазарев. Проект отмечен дипломом 1-й степени в секции "Радиоэлектронные устройства".

НОВОЕ ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АКТАКОМ



www.aktakom.ru





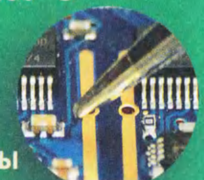
Монтажные паяльные станции

Аналоговая шкала





- Компактные размеры
- Диапазон температур от 100 до 480 °C
- Керамический нагреватель
- Низковольтный паяльник
- Мощность паяльника до 60 Вт
- 3 предустановленные температуры (ASE-1115)



Демонтажные паяльные станции

ASE-2105

- ЖК-дисплей с подсветкой
- Сенсорное управление
- Температурный диапазон 160...480 °C
- Мощность паяльника/станции 90 Вт/150 Вт
- Напряжение питания паяльника 24 В
- Эргономичный дизайн

Термовоздушные паяльные станции

ASE-4509

- Мощность 300 Вт
- Цифровая индикация
- Температурный диапазон 100...500 °C
- Микропроцессорное управление
- Бесщёточный вентилятор
- Сверхбыстрый нагрев





Многофункциональные паяльные станции

- 2 канала в 1 корпусе (монтаж/демонтаж)
- Цифровое управление
- Два двойных ЖК-дисплея
- Температурный диапазон 160...480 °C
- Низковольтные паяльники 24 В
- Мощность паяльников (монтаж/демонтаж) 60/80 Вт
- Макс. потребляемая мощность 210 Вт
- Компактный корпус

Радиомонтажнику - в помощь!

Держатель плат ASE-6011

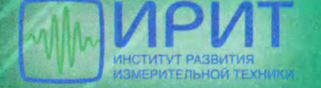


- Максимальная длина платы до 225 мм
- Поворот платы на 360 градусов

Держатели платы ASE-6030/ 6030L



- "Третья рука"
- Литое основание-лоток
- Лупа диаметром 90 мм
- Увеличение лупы до двух крат
- Светодиодная подсветка (ASE-6030L)



«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97, E-mail: irit@irit.ru





для Вас на сайте www.irit.ru
- *промышленная мебель*
- *антистатические кресла и стулья*
- *бестеневые светильники*
- *радиомонтажный инструмент ...*



В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Подставка-регулятор для паяльника (см. статью на с. 29).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ЛАМПОВЫЙ УМЗЧ
ИЗМЕРЯЕМ ЁМКОСТЬ И ЭПС КОНДЕНСАТОРОВ
СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ БП ДЛЯ УМЗЧ
ДАЧНАЯ СИСТЕМА ПОЛИВА

Тираж журнала «Радио» № 12 сдан для рассылки подписчикам 05.12.2016 г.



1•2017
МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 16.12.2016 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 16-12-00251.

Уважаемые читатели!

2017

Поздравляем Вас с Новым 2017 годом!

В наступившем году тематика журнала останется прежней. На его страницах мы планируем размещать статьи как уже известных авторов, так и новых, впервые публикующих описания своих разработок. Мы постараемся выбрать статьи, которые будут наиболее интересны всем нашим читателям.

Четыре года назад мы организовали подписку на электронную версию журнала "Радио" — копию традиционного "бумажного" издания в виде компьютерного файла формата pdf, который можно читать на персональных и планшетных компьютерах, ноутбуках и нетбуках. Сейчас в электронном виде доступны журналы за 2012—2016 гг. Продолжается подписка и на текущий год. **Её стоимость на 12 месяцев ОСТАЛАСЬ ПРЕЖНЕЙ — 600 руб.,** но эту сумму Вы заплатите при оплате подписки в редакции. В случае оплаты через банк или какие-либо платёжные системы стоимость может быть больше на величину комиссии. Подписаться на электронную версию можно с любого месяца. Например, если это сделать с февраля 2017 г. и заплатить 600 руб., Вы получите № 2—12 текущего года и № 1 за 2018 г. Для того чтобы оформить подписку на электронную копию, необходимо на нашем сайте по адресу **el.radio.ru** заполнить поля формы, указав в них номер, с которого Вы хотите получать журнал, фамилию, имя, отчество, дату рождения, почтовый адрес, адрес электронной почты и контактный телефон. Все эти данные необходимы для однозначной идентификации оплатившего подписку. После нажатия на кнопку "Оформить подписку" будет сформирована квитанция для оплаты подписки на электронную копию журнала на 12 месяцев в отделении Сбербанка России, которую следует распечатать и по ней произвести оплату. Оплатить по нашим реквизитам, указанным в квитанции, можно и через другие банки или платёжные системы. При оплате через платёжные системы обязательно указывайте свои фамилию, имя, отчество, а также год и номер, с которого Вы хотите получать журнал. Подписчикам на электронную копию журнала "Радио" необходимо ознакомиться с договором по адресу **http://www.radio.ru/subscribe/oferta.pdf** на нашем сайте. После поступления денег на наш расчётный счёт Вы получите уведомление и будете получать номера по мере их выхода на адрес электронной почты, указанный при регистрации в поле "E-mail". Информацию о дате отправки очередного номера читайте на главной странице нашего сайта (**www.radio.ru**).

Напоминаем, что продолжается конкурс "Лучшие публикации 2016 года". Приглашаем всех читателей стать заочными членами жюри этого конкурса. Напишите нам, какие, на Ваш взгляд, материалы, опубликованные в журнале "Радио" в 2016 г., заслуживают быть отмеченными премиями. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи, номер журнала, в котором она опубликована, а также премию (первая, вторая, третья, поощрительная), которую заслуживает статья. Число указанных материалов не должно превышать восьми. Ваше мнение мы сможем учесть, если Вы отправите письмо не позднее **31 марта 2017 г.** (по почтовому штемпелю). Письмо можно направить и по электронной почте на адрес **mail@radio.ru** с обязательной пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2016 года". По традиции читатели, назвавшие правильно не менее четырёх статей, признанных лучшими, получат наши призы.

Желаем всем читателям журнала "Радио" в наступившем году доброго здоровья, удачи и творческих успехов!

Редакция

Robo Sapiens

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Разум есть способность живого существа совершать нецелесообразные или неестественные поступки".

Братья Стругацкие "Пикник на обочине"

На страницах журнала уже рассказывалось о наступлении эры Индустрии 4.0, которая предполагает формирование производственной среды с интенсивным использованием автоматизации и обмена данными, а также возможностей киберфизических систем, Интернета вещей (IoT) и "облачных" вычислений. С наступлением Индустрии 4.0 производители смогут оперировать более "умными" промышленными предприятиями, на которых станет проще и эффективнее изготавливать продукты для индивидуальных заказчиков.

Одной из составляющей Индустрии 4.0 является робототехника, появился и растёт соответствующий рынок "умных" машин, автономных роботов, экспертных систем и цифровых помощников. В частности, на производстве машины исправляют и предотвращают ошибки обработки, которые могут возникать из-за износа механических компонентов, способны хранить информацию о последовательности процессов и условиях функционирования машин, оборудованных датчиками. Наблюдается рост инвестиций в "умные" машины с технологией искусственного интеллекта. Недавно Forbes обнародовал итоги исследования аналитиков Evans Data Corporation, в соответствии с которыми 56,4 % ИТ-разработчиков сегодня занимаются созданием приложений для роботов. Робототехника стала приоритетом, опередив разработку популярных приложений в сфере искусства и развлечений, а также автотранспорта.

С момента своего появления роботы прошли путь от примитивных механизмов до сложных и весьма эффективных устройств, в очень многих областях превосходя человека. Эти электронно-механические помощники человека способны выполнять операции по заложенной в них программе и реагировать на окружение. Кстати, своё название они получили от чешского писателя Карела Чапека, опубликовавшего в 1920 г. сценарий "Россумовские универсальные роботы". В области фантастической литературы роботы прошли стремительное развитие, и уже через 50 лет в "Часе Быка" Иван Ефремов рассказал о личных роботах-спутниках СДФ (servus, defensor, phalangarius или слуга, защитник, носильщик), которые настраивались на индивидуальные биотоки (о них уже шла речь на страницах журнала). Реальная жизнь идёт по стопам жизни, придуманной писателями, хотя по понятным причинам от неё отстаёт.

Активное производство роботов началось в 70-е годы прошлого века. Как правило, это были промышленные роботы для выполнения однообразных и порой опасных операций. Сегодня масса промышленных роботов используется в автомобильной промышленности. Благодаря им доля человеческого труда на производстве постоянно сокращается. Полностью автоматизированные фабрики, вроде фабрики IBM для сборки клавиатур в Техасе, называют "фабриками без освещения". Всё производство, от момента выгрузки материалов и до получения готовой продукции, полностью роботизировано и может работать круглосуточно и без выходных.

Современным роботам пока ещё далеко до СДФ или до роботов-андроидов Айзека Азимова, но уже сегодня можно представить себе такую картину: в больнице к кровати больного подходит сиделка — человекоподобный робот и помогает ему перебраться в инвалидное кресло. Созданная группой учёных из Токио модель Twendy-One может держать в своих пальцах даже пластиковую соломинку. Американская компания Desin начала продажи робота (вернее, интеллектуальной роборуки с подносом для блюд) Obi, который помогает кормить людей с ограниченными физическими возможностями. В режиме обучения Obi с первого раза запоминает направление, в котором нужно нести ложку, приспосабливается к разновидности и количеству пищи, определяет необходимый объём порции, может соскребать еду со стенок и дна отделений подноса, а также избегать столкновений с возникающими на пути ложки препятствиями.

В общем, подобные роботы уже не фантастика, а реальность, и с каждым годом они всё больше становятся похожими на нас. Развитие робототехники активно набирает обороты, она внедряется во все сферы человеческого существования — управление самолётами и поездами; лечение болезней; разведка на расстоянии; производство всевозможной продукции; охрана домов и предприятий; личная помощь и развлечения. Собственно, сегодня нет такой области, в которой человек не попытался бы создать себе автоматического помощника. На производстве работают сотни тысяч роботов, но гораздо больше их трудится за пределами фабричных цехов. Автономные роботы, обладающие свободой передвижения, включают в себя автономные летательные аппараты; существуют роботы-сапёры (Mini-Andros), роботы-газонокосилки (Robomower), роботы-курьеры (HelpMate), доставляющие лекарства и документы в некоторых больницах, и т. д. Можно считать функционально близкими к роботам банкоматы и более совершенные киоски для выполнения различных финансовых операций — они также эффективно заменяют работника-человека. И неспроста один из банковских гуру обещал существенное сокращение людей среди персонала финансовых учреждений.

Роботизация будет не совсем такой, какой её описывали фантасты, и будет сочетаться с автоматизацией (без автономности), переносом множества видов деятельности в онлайн (например, заказ билетов), "поумнением" нашего окружения ("умные" дома, дороги и т. п.). Например, не будет нажимающего кнопки андроида-лифтёра, а будет умный лифт. Не будет роботов-переводчиков, как в "Звёздных войнах", а будут функции синхронного перевода в смартфонах. Появится огромное количество автономных специализированных роботов, но выглядящих совершенно по-разному и выполняющих очень разные функции. Роботы будут передвигаться на колёсах, на двух и более ногах, ползком, прыжками и другими способами, причём не только по Земле, но и по поверхности других планет. Роботы будут плавать по поверхности рек и морей и в глубинах океана, летать в воздухе (некоторые без посадки), обеспечивая связь и наблюдение за окружающей средой. Многие роботы будут способны менять свою форму и структуру в зависимости от ситуации. Программы и форма роботов смогут создаваться с помощью эволюционных алгоритмов.

Текущим трендом в развитии робототехники является внедрение искусственного интеллекта AI (Artificial Intelligence — область науки, занимающаяся автоматизацией разумного поведения). Во-первых, роботы должны уметь самостоятельно принимать какие-то решения, например, сохранить равновесие или выбирать один из нескольких сценариев поведения. Во-вторых, научиться общаться с человеком, и самым простым способом здесь является речь. В частности, компания Google центральное место в своей продуктовой линейке отводит голосовому ассистенту Google Assistant. Точно также считают и её конкуренты Microsoft (продукт Cortana), Amazon (продукт Alexa) и Apple (продукт Siri). Google рекламирует свой Assistant как технологию, которая работает на технологии нейронных сетей, способна обучаться, понимать смысл и контекст запросов пользователя, воспроизводить эмоции, расставлять речевые акценты, а также выдавать релевантные ответы. Таким образом, технология будет подстраиваться под каждого конкретного пользователя и станет его уникальным персональным помощником, с которым, помимо всего прочего, можно будет побеседовать. Одновременно Assistant открывает большие перспективы для машинного перевода. В Google считают, что в ближайшие десять лет мы перейдём в AI-центричный мир, в котором голосовые помощники станут основными посредниками между компьютером и человеком, предлагая ему наиболее естественный и удобный способ взаимодействия.

Разработки в области AI ведутся с переменным успехом с середины прошлого века по двум направлениям. С одной стороны, опираясь на когнитивные науки, исследователи пытаются моделировать работу мозга исходя из формального описания интеллектуальной деятельности. С другой стороны — на основе биологии разбираются в





работе нейронов в мозге, моделируют их поведение, создавая так называемые интеллектуальные нейронные сети (ИНС), после чего ждут появления искусственного интеллекта. На эти исследования выделяются миллиарды долларов (проекты Human Brain Project, Brain Initiative и др.). Но только в последние несколько лет произошли революционные изменения благодаря использованию алгоритмов нейронных сетей и глубокого обучения (deep learning), а также достижениям нано- и биотехнологий. Google научился распознавать речь, сортировать изображения и даже помогать отвечать на письма, Facebook определяет людей на фотографиях, Apple и Baidu создали голосовых помощников, Microsoft оценивает ваш пол и возраст по фотографии, описывает эмоции или переводит устную речь "на лету". Tesla Motors разрабатывает автопилот второго поколения, который сможет считывать дорожные знаки и распознавать сигнал светофора. Компьютер обыграл человека во все мыслимые игры, суперкомпьютер IBM Watson — чемпион в интеллектуальных боях, военные совместно с DARPA (в недрах которой когда-то зародился Интернет) разрабатывают нейроинтерфейс (мозг—компьютер) и приступают к созданию киборгов...

Говорят, что путешествие по Марсу робота-ровера Curiosity — лучшее, что случалось с космонавтикой и робототехникой за последние несколько лет. Curiosity уже давно колесит по окрестностям кратера Гейла, ведёт твиттер и собирает самую фантастическую информацию на свете — от пейзажей до проб инопланетной почвы. Девятисоткилограммовым роботом с задержкой в 14 мин и 6 с управляет лётная команда НАСА, но и в одиночестве Curiosity способен лавировать между препятствиями на пути движения и собирать полезные данные. И хотя по вычислительной мощности он уступает даже четвёртому iPhone, семнадцать различных камер, двухметровая рука и многочисленные сенсоры, вроде детектора воды, предоставленного отечественным федеральным космическим агентством, делают из него идеального исследователя. И если когда-то зайдёт спор, кто первым ступил на Марс, то первенство уже останется за роботами.

AI используется во многих сферах, включая физику и медицину, и потому должен быть в ответе за соблюдение известных законов робототехники:

— робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред;

— робот должен подчиняться командам человека, если эти команды не противоречат первому закону;

— робот должен заботиться о своей безопасности, пока это не противоречит первому и второму законам.

Трансгуманистическое значение робототехники состоит не только в том, что эта область связана с киборгизацией и искусственным интеллектом, но, кроме того, — развитие роботов сможет значительно изменить образ жизни человека, хотя и не меняя при этом его самого. В свою очередь, развитие роботов идёт по двум направлениям: роботизированные вещи и человекоподобные роботы-андроиды. На самом деле нет чёткой грани между роботами и просто машинами. Постепенно в нашу жизнь придут бытовые роботы, которые будут ходить, ездить, разговаривать с нами и вести домашнее хозяйство.

Всё-таки по большей части пока речь шла о роботизированных вещах. Именно они работают на производстве и во многих других местах. На них же отрабатываются элементы будущих роботов-андроидов. Вот, к примеру, робот из лаборатории Disney Research может прыгать, удерживая равновесие в течение нескольких секунд без дополнительных кабелей или жёсткой сцепки. Компания Ghost Robotics разработала компактного четырёхногого робота Miniatur с прямым приводом ног (обычно в конструкции ног двуногих и четвероногих роботов используется несколько сочленений, а также различные пружинящие или эластичные элементы). Японская компания Prodrone представила грузовой дрон-мультикоптер PD6B-AW-ARM, оборудованный двумя манипуляторами, похожими на руки и имеющими пять степеней свободы, которые позволяют захватывать и перевозить на высоте до 5 км со скоростью 60 км/ч различный груз массой до 10 кг на одну руку.

По оценке экспертов Research and Markets, объём рынка Интернета роботизированных вещей (Internet of Robotic Things — IoRT) к 2022 г. достигнет объёма 21,44 млрд долларов США. Рост рынка, по словам экспертов, будет обусловлен вхождением IoRT в бизнес электронной коммерции, а также расширением области применения за счёт интеграции роботов с различными технологиями, короткими сроками окупаемости проектов и рентабельностью инвестиций. Эксперты отмечают, что наиболее высокие показатели роста IoRT будут отмечаться в сфере совместных промышленных роботов, работающих в контакте с людьми — одним из самых свежих трендов в промышленной автоматизации.

Один из перспективных сегментов IoRT — домашние роботы. В будущем это некое подобие робота-дворецкого, который будет служить людям, помогая им в повседневных обязанностях в качестве компаньона, освобождая от тяжёлой и монотонной работы. В качестве стимулов роста данного сегмента отмечаются способность домашних роботов к самообучаемости, старение населения Земли и урбанизация. "Домашний" AI — одна из сфер интереса основателя Facebook Марка Цукерберга, который намерен создать робота-помощника, управляемого голосом. Ожидается, что он поможет не только в быту, но и в управлении компанией. Стоит также напомнить, что не так давно искусственный интеллект Deep Mind от компании Google фактически совершил интеллектуальную революцию, впервые обыграв в игру го человека (кстати, серьёзного специалиста по этой игре).

В сферу домашнего хозяйства роботы проникли в начале 2000-х (что, кстати, было предсказано футуристами в 60-е годы): газонокосилки, роботы-пылесосы и мойщики пола. К примеру, компания iRobot продала уже несколько миллионов робопылесов Roomba. "Поумнели" и неподвижные машины — стиральные, посудомоечные и пр.

Особая категория — андроиды или человекообразные роботы. Роботы обладают высокой точностью, быстротой и сноровкой, но человеку этого мало. Мы хотим видеть рядом с собой не безликую машину, а существо, визуально напоминающее нас. Однако создать андроидов оказалось более сложным делом, чем ожидалось. Потребовались значительные достижения в области эффективных моторов, технологий машинного зрения и увеличение вычислительной мощности компьютеров, чтобы появились первые андроиды, способные передвигаться, ориентироваться в пространстве и что-то делать.

Чуть проще ситуация с развлекательными роботами, старт которым положил выход на рынок робота Aibo и робособаки от Sony. Зато теперь уже многие игрушки наделяются зачатками интеллекта — процесс, который скоро приведёт к появлению действительно разумных игрушек. К примеру, роботы-тюлени и роботы-кошки уже повышают настроение пожилых людей в японских домах для престарелых.

Особая забота разработчиков — облик робота-андроида. Сначала люди создали для роботов человеческую фигуру, а потом принялись за лицо. После его создания учёные начали работать над гримасами. И вскоре люди, которые побывали на выставках робототехники, были поражены небывалым сходством роботов с человеком. В 2006 г. в Токио был продемонстрирован робот, который имел внешний вид красивой восточной девушки. Распущенные волосы, высокая женская грудь, идеальное сходство с человеком. Девушка оживлённо разговаривала по-японски и поворачивала голову в разные стороны. Идеально подобранная одежда хорошо сидела на "человеческом" теле. На расстоянии можно было спутать её с живым человеком. С ближней дистанции робот выдал себя кистями рук и пальцами, которые не двигались. Если приглядеться, то видны искусственные глаза, но если их слегка прикрыть чёлкой, то робот приобретает человеческое обличье.

Недавно в Калифорнийском университете в Беркли была разработана синтетическая кожа E-skin для роботов, которая по всем показателям имеет сходство с человеческой. В основе кожи — наноструктура, работающая как множество транзисторов, выращенная из кремниевых и германиевых нитей. Нити нанесены на клейкую полиамидную плёнку. На поверхности тонких волокон нанесён изолирующий слой с рисунком, и дальше такой же слой был нанесён на слой резины. Между двумя слоями имеется связь (проводящие мостики, которые выполнены в виде тончайших электродов). В результате E-skin способна "ощущать" место приложения давления незначительной величины. Разработанная технология позволяет использовать в качестве основного материала не только резину, но и пластик, а также возможен вариант введения в структуру

материала антибиотиков и других веществ. При испытании материала использовался небольшой кусок искусственной кожи размерами 70×70 мм, на который была нанесена чувствительная матрица 19×18 пикселей, состоящая из сотни наноштырей. Учёные прикладывали к куску кожи различное давление — от 0 до 15 кПа. Испытания прошли успешно, и исследователи убедились, что искусственная кожа близка по чувствительности к человеческой.

Широко освещалась работа учёных из Бристольской лаборатории робототехники, которые создали робота Жюля. Эта модель может имитировать любую человеческую гримасу. Вы просто садитесь за стол перед роботом и начинаете гримасничать. Он же, в свою очередь, следит за вами своими глазами-сенсорами и повторяет движения за вами. Для работы лицевых мышц задействованы 34 миниатюрных мотора, которые позволяют роботу воспроизводить до десяти основных человеческих эмоций.

Наделение роботов-андроидов интеллектом — вопрос времени. Очевидно, что пока дела с кинематикой и функциональностью у роботов обстоят намного лучше, чем с сознанием. AI быстро развивается, и если ещё в 2013 г. он был на уровне четырёхлетнего ребёнка, то уже год спустя одному из компьютеров удалось решить одну из математических задач Эрдёша. Примитивные формы искусственного интеллекта, уже существующие на сегодняшний день, доказали свою полезность, но существуют опасения, что однажды человечество создаст нечто такое, что превзойдёт своего создателя. Согласно прогнозам, к 2020 г. средний AI будет близок к интеллекту взрослого человека. Кстати, Далай-Лама XIV не исключил наличия сознания на компьютерной основе, что даёт основание полагать наличие души у полностью сформированного AI. При всём этом взбунтовавшийся искусственный интеллект — страшный сон человечества. Среди учёных неоднократно поднимался вопрос этичности его использования, и даже три закона робототехники были признаны бесполезными для развивающейся науки из-за размытости формулировок.

Конечно, именно наличие AI (а ещё лучше — сознания) делает робота по-настоящему интересным. К примеру, канадские учёные-нейробиологи недавно представили самую сложную симуляцию мозга на сегодняшний день под именем Spaun, которая условно состоит из двух с половиной миллионов нейронов и способна выполнять восемь различных задач, вроде решения базовых IQ-тестов. Оборудованное роботизированной рукой и цифровым "глазом" в некотором смысле подобное устройство представляет собой разумную форму жизни.

По мнению скептиков, машина никогда не сможет быть похожа на человека, и эмоциональные чувства ей чужды. Но учёные уже создают роботов, которые способны обучаться у человека. К примеру, внедрённые в роботов искусственные нейронные сети помогают определить эмоциональный настрой хозяина, заметить его боль и переживания (не все люди, кстати, способны на такое).

Один из самых уважаемых и известных британских учёных, космолог Стивен Хокинг, недавно заявил, что усилия по созданию мыслящих машин могут привести к тому, что само существование человечества окажется под угрозой: "Такой разум возьмёт инициативу на себя и станет сам себя совершенствовать со всё возрастающей скоростью. Возможности людей ограничены слишком медленной эволюцией, мы не сможем тягаться со скоростью машин и проиграем".

Правда, целый ряд учёных считает, что до создания необходимых алгоритмов, которые приведут к появлению полноценного AI, остаётся как минимум несколько десятилетий. Однако же и они не могут с уверенностью сказать, что произойдёт, когда машины превзойдут нас интеллектом и как поведут себя по отношению к нам. Хочется верить, что AI окажется позитивной силой. Зато более реалистичны опасения, что в краткосрочной перспективе машины, обученные выполнять грязную механическую работу, лишат людей миллионов рабочих мест.

Можно представить три типа сценариев взлёта AI с человеческого на сверхразумный уровень:

— Медленный взлёт будет происходить от десятилетий до столетий, и человечество сможет обдумать свои дальнейшие политические ходы, адаптировать их к ситуации и правильно реагировать на происходящее. Если выяснится, что нужны новые системы безопасности и общественного контроля над исследованиями в области AI, будет достаточно времени, чтобы их разработать и развернуть.

— Быстрый взлёт произойдёт в течение минут, часов, дней, и у людей почти не останется возможности реагировать на него. Никто не успеет ничего заметить, как игра окажется уже проигранной. В этом случае судьба человечества в основном зависит от проведения соответствующей подготовительной работы. Но тогда алгоритмы этих действий должны быть или действительно элементарны, или запланированы, запрограммированы и отрепетированы заранее.

— Умеренный взлёт произойдёт в течение нескольких месяцев или нескольких лет. В этом случае у человечества остаётся некоторая возможность отреагировать на происходящее, но не будет времени проанализировать его, протестировать разные подходы и решить сложные задачи координации действий. На создание и развёртывание новых систем, таких как политические меры, механизмы контроля, протоколы безопасности компьютерных сетей, времени тоже не останется, но, возможно, получится приспособить к новым обстоятельствам уже существующие нормы.

Судьба робота — это судьба ребёнка, для которого заботливый отец пытается выстроить осмысленную вселенную, поработив и освободив в одинаковой мере. И пока искусственная форма жизни учится ходить и требовать к себе внимания, нам уже пора морально готовится к сосуществованию.

Не дожидаясь окончательного взлёта AI, специалисты развенчивают мифы, которые окружают робототехнику. Прежде всего, роботы не будут повсюду и для всех желающих. К примеру, было бы несколько наивно считать, что люди смогут приобрести себе в личное пользование робота, если им не хватает денег на еду или жильё. Толпы роботов не будут обслуживать население Земли — они будут обслуживать лишь 3 % богатых и знаменитых. Собственно, при капитализме благо может получить только тот, кто за него заплатил.

Будут ли роботы полностью безопасными для человека — тоже вопрос несмотря на Три Закона Робототехники. К примеру, кто поручится, что робот, собранный в США, будет считать людьми кого-нибудь, кроме американцев? К тому же первый и второй законы зачастую прямо противоречат современным чаяниям и надеждам, возлагаемым на роботов будущего. Военные вкладывают миллиарды долларов в разработки боевых роботов, которые бы более эффективно уничтожали, взрывали и жгли противника.

Через десять лет ожидается распространение нанороботов (наноботов), которые смогут выполнять строительство нужных структур из молекул и атомов, что позволит обойтись без специальной подготовки исходных материалов. Это значит, что даже отдельные нанороботы будут достаточно независимыми. В целом они произведут ещё большую революцию, чем обычные роботы. К примеру, они не будут нуждаться в каких-то особых материалах, ведь для производства практически чего угодно они смогут использовать даже воду и воздух. Нанороботы смогут легко создавать любые, самые сложные и совершенные материалы и продукты с абсолютной точностью. Разумеется, они смогут создавать и свои собственные копии, так что их всегда будет достаточно, чтобы выполнить любые задачи, которые поставит перед ними человек. Правда, основная опасность, подстерегающая человечество в будущем, будет заключаться как раз в том, чему именно научатся все эти роботы у человека...

Наномашины смогут не только производить, но и ремонтировать, в том числе и клетки человеческого организма. Оптимисты от медицины считают, что именно медицинские нанороботы сделают человека не просто нестареющим и неболеющим, но и практически неуязвимым. Очень может статься, что оптимисты от медицинского бизнеса будут весьма встревожены такими возможностями. А футурологи уже представляют, как множество невидимых нанороботов в форме "конструктивного тумана" заполнят пространство у поверхности Земли, готовые по первой мысленной команде человека мгновенно преобразоваться в любой предмет. Потом человечество сможет принять решение о перестройке всей нашей планеты в гигантскую наносистему, когда каждая песчинка, каждая капля, каждая крупица материи будет состоять из множества нанороботов и нанокомпьютеров. Правда, быть может, эту часть прогрессивного человечества было бы лучше переселить куда-нибудь на другую планету.

*По материалам **PCWeek, androbots.ru, trendclub.ru, etherdynamic.ru, ribalych.ru, lookatme.ru, ai-news.ru, shkolazhizni.ru, bbc.com***

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2017

Самодельные изодинамические излучатели на базе головок 10ГИ-1

С. МОШЕВ, г. Воронеж

Радиолюбителям предлагается описание конструкции изодинамического излучателя для воспроизведения музыкальных сигналов в области средних и высоких частот.

Вместе с этими излучателями автор установил в самодельную АС группу динамических головок с лёгкими диффузорами, используя их в полосе НЧ. Для самых высоких частот автор предпочёл использовать также самодельные ленточные излучатели, конструкция которых представлена им ранее в "Радио", 2012 г., № 12.

Наверное, многим радиолюбителям знакомы отечественные изодинамические головки 10ГИ-1, предназначенные для качественного воспроизведения ВЧ-составляющих звукового сигнала.

В конструкции изодинамических излучателей плоская катушка-мембрана передаёт электромеханические колебания в воздушную среду "без посредника" в виде диффузора, воспроизводя более точно фронты звуковых сигналов, в которых заключена важная часть музыкальной информации (тембра).

Считается, что любой нетрадиционный излучатель звука сделать сложно, но в журнале "Радио" уже приводились примеры "домашнего" изготовления электростатических [1, 2] и ленточных [3] излучателей звука. Изодинамические головки также можно собрать самостоятельно [4].

Изготовление описанных ниже изодинамических головок преследовало цель не только повторить хорошую ранее выпускавшуюся конструкцию, но и по возможности сместить нижнюю границу рабочей полосы частот, чтобы захватить и полосу средних частот. Для снижения границы потребовалось расширить зазор между магнитами, чтобы увеличить свободный ход мембраны. Применение вместо ферритовых более сильных неодимовых магнитов скомпенсировало последствия уменьшения магнитного потока.

Для повторения описанной ниже конструкции потребуются 12 стержневых магнитов размерами 50×10×5 мм (в каждом излучателе). Мембраны с плоскими катушками можно заказать в СПБ ООО "Диффузор" (ремкомплект 10ГИ-1-16 с сопротивлением катушки 16 Ом!) или изготовить самостоятельно по технологиям, описанным в соответствующих ветках специализированных интернет-ресурсов (форумов).

На **рис. 1** представлена рассматриваемая конструкция в развёрнутом виде.

На **рис. 2** показан вид на конструкцию сверху. Здесь на два перфорированных стальных листа толщиной 2 мм наклеены три ряда стержневых магнитов с указанной полярностью.

По двум краям каждого листа (**рис. 3**) закреплены стальные прутки квадратного сечения 10×10 мм. В них и в перфорированных листах просверлены отверстия, через которые проходят четыре шпильки, скрепляющие при окончательной сборке обе половинки магнитной системы.

На фото **рис. 4** видна подготовка (обрезка) мембраны с плоской катушкой. Внешнюю часть основы в том месте, где заканчивается печатный рисунок катушки, удаляют.

Затем с помощью закреплённых на валах шестерён (например, от старых принтеров) проводится гофрирование мембраны (**рис. 5**). Полученная форма позволяет без проблем закрепить мембрану между магнитными системами, не ограничивая при этом её свободный ход.

Перед приклеиванием мембраны на одной из половинок магнитной системы необходимо расположить, как показано на фото **рис. 6**, три демпфирующие прокладки из тонкого файбера (материал-утеплитель для одежды).

Боковые прокладки должны немного касаться краёв мембраны, но не перекрывать всей поверхности излучения. Средняя демпфирующая полоска должна приходиться на широкую центральную проводящую дорожку.

После приклеивания плёнки и припаивания токоподводящих проводников

Рис. 1

S N N S
N S S N
S N N S

Рис. 2

10 17 10 160 120 2

Рис. 3

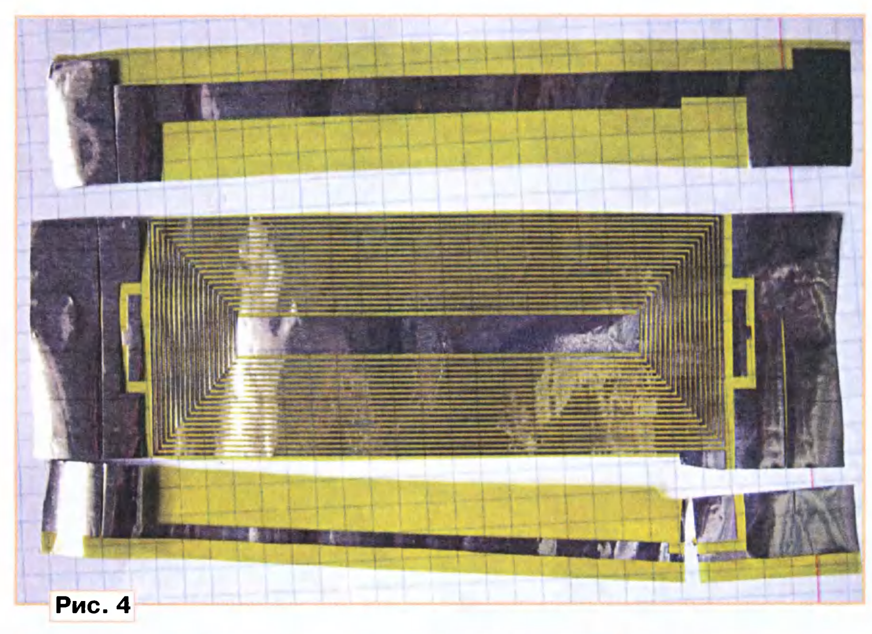
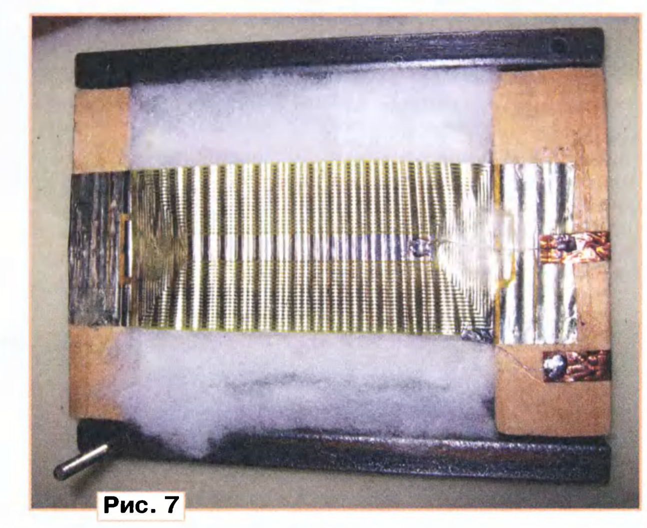

Рис. 4


Рис. 5


Рис. 6


Рис. 7

к медным лепесткам-выводам (фото на **рис. 7**) образуется фронтальная половина необходимой конструкции.

Затем сверху аккуратно укладывают ещё один слой тонкого файбера, закрывающего всю тыльную часть поверхности (фото на **рис. 8**). Таким образом формируются "центровка" и фактические воздушные зазоры между магнитной системой и мембраной с катушкой.

Применение демпфирующих прокладок устраняет резонансы мембраны и позволяет получить чистый звук на частотах выше 450 Гц.

Далее в рамку продевают шпильки, и на них надевают вторую часть магнитной системы. Чтобы не повредить нежную мембрану случайным хаотичным слипанием частей, верхнюю половину конструкции сначала фиксируют только одной шпилькой при максимальном разведении половин конструкции друг от друга (**рис. 9**).


Рис. 8

Шпильку наживляют гайкой на пару оборотов, затем обе половины магнитной системы поворачивают до совмещения остальных крепёжных отверстий, контролируя прохождение зон "слипания" магнитов. Наживлённая шпилька не позволит уйти половинам в неконтролируемое "слипание" при повороте. При правильно "сфазированных" магнитах собранные половины конструкции должны проявлять взаимно отталкивающую силу.

Фиксацию производят на оставшиеся шпильки, затем конструкцию равномерно стягивают (фото на **рис. 10**). В фиксируемом при сборке положении магнитной системы противоположно расположенные магниты создают силовые линии магнитного поля, направленные вдоль плоскости катушки и мембраны.

Готовая конструкция, показанная на фото **рис. 11**, изготовлена в двух экземплярах и в настоящий момент используется в составе трёхполосной АС (фото на **рис. 12**) в качестве СЧ-из-

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2017

Рис. 9

Рис. 10

лучателей с полосой рабочих частот 800 Гц...10 кГц. Головки подключены через фильтры первого порядка, которые обеспечивают минимальные переходные и фазовые искажения.

Рис. 11

Рис. 12

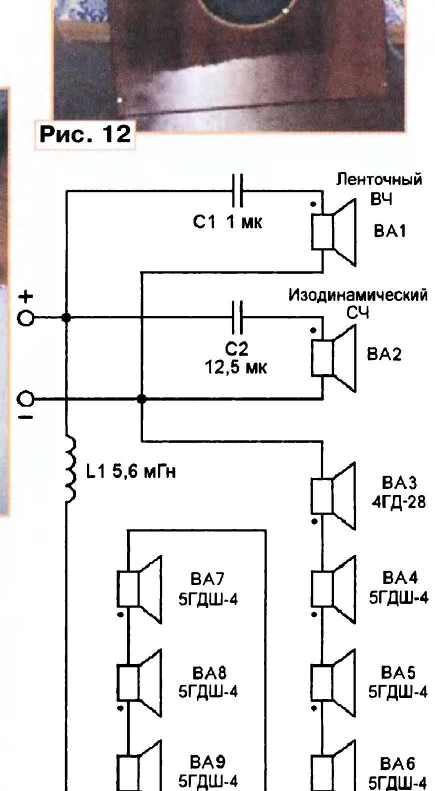


Рис. 13

В качестве ВЧ-излучателей используются самодельные ленточные динамические головки, принцип работы которых описан в [2], но более простой конструкции.

Необходимость использования дополнительных ВЧ-излучателей обусловлена спадом звукового давления изодинамического излучателя на частотах выше 10 кГц. Причина недостаточного звукового давления в этой области, возможно, обусловлена малой площадью апертуры отверстий перед передней частью излучателя, так как у оригинальной головки 10ГИ-1 фронтальная часть перед мембраной выполнена в виде открытых прямоугольных портов.

Низкочастотный групповой излучатель в каждом из каналов стереофонической АС выполнен из семи динамических головок, установленных в открытом корпусе. Динамические головки 5ГДШ-4 и 4ГД-28 (с сопротивлением звуковых катушек 4 Ом) электрически включены последовательно, как показано на схеме кроссовера на **рис. 13**. Такое включение позволяет получить нижнюю границу воспроизводимых частот от 52 Гц.

Использование нескольких динамических головок с лёгкой подвижной системой в виде групповых излучателей даёт возможность получить быструю реакцию и для низкочастотных сигналов. Таким образом, по мнению автора, удалось сочетать классические динамические головки с изодинамическими и ленточными излучателями. Малый ход диффузоров, вследствие сильно возросшей общей площади и малой подводимой для отдельной головки мощности, предполагает и небольшие нелинейные искажения на низких частотах.

При эксплуатации подобной АС мощность, достигаемая распространёнными УМЗЧ (50...60 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом), фактически не будет превышать 10...15 Вт.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лачинян С.** Изготовление электростатических громкоговорителей в любительских условиях. — Радио, 2006, № 1—3.
2. **Бондаренко В.** Головные электростатические телефоны. — Радио, 2015, № 9, с. 10—15.
3. **Мошев С.** Самодельные ленточные динамические головки. — Радио, 2012, № 12, с. 14—16.
4. **Бондаренко В.** Ремонт головных телефонов ТДС-7. — Радио, 2013, № 4, с. 13—15.

***От редакции**. Гофрирование всей поверхности мембраны, видимо, не обязательно. Смещения мембраны при воспроизведении звуковых сигналов в полосе СЧ не столь велики по сравнению с формируемыми в конструкции зазорами между магнитами. Поэтому можно предположить, что гофрирование по двум краям мембраны (за пределами стержневых магнитов) обеспечит достаточную гибкость и податливость подвижной системы. Демпфирующий слой файбера в этом случае можно разместить (наклеить) только в гофрированной части мембраны.*

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 1 ноября 2016 г. филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" перевёл трансляцию радиопрограммы "Радио России" в CCIR-диапазон в восьми населённых пунктах региона.

Новые частоты вещания:

— с. Алексеевка Чарышского района — на частоте 102 МГц;

— п. Беловский Троицкого района — на частоте 105,1 МГц;

— с. Вострово Волчихинского района и с. Маралиха Чарышского района — на частоте 103,5 МГц;

— с. Мартыново Ельцовского района — на частоте 103,8 МГц;

— с. Маяк Чарышского района — на частоте 101,4 МГц;

— с. Овсянниково Целинного района — на частоте 100,3 МГц;

— с. Тулата Чарышского района — на частоте 102,8 МГц.

Трансляция "Радио России" в OIRT-диапазоне в указанных населённых пунктах прекращена с этой же даты (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/news/read/517/** (21.11.16)).

АСТРАХАНЬ. 1 ноября 2016 г. филиал РТРС "Астраханский ОРТПЦ" начал трансляцию радиовещательного канала "Дети FM" на частоте 90,1 МГц. Радиоканал полностью посвящён детям. Круглосуточный эфир состоит из детских песен, спектаклей, развивающих и развлекательных рубрик, культурно-просветительских программ (источник — URL: **http://astrakhan.rtrs.ru/news/read/211/** (21.11.16)).

С 14 ноября на частоте 90,9 МГц с тестовым вещанием стартовала радиостанция "Серебряный Дождь". С 22 ноября она перешла на нормальное вещание. Эта радиостанция впервые вышла в эфир 4 июля 1995 г. Вещание осуществляется более чем в 200 городах России и ближнего зарубежья (источник — URL: **http://www.silver.ru/regions/news/serebryanyy-dozhd-nachnet-veshchanie-v-astrakhane/** (21.11.16)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. С 21 ноября 2016 г. "Новое радио" начало вещание в тестовом режиме в г. Белгороде на частоте 101,7 МГц. В эфире звучат песни только на русском языке, но у "Нового радио" есть свой собственный взгляд на то, как это должно быть. Адрес радиостанции в Интернете — **www.newradio.ru** (источник — URL: **http://mediatron.ru/news-2016-noya-038789.html** (21.11.16)).

БРЯНСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Брянский ОРТПЦ" начал тестовое вещание радиостанции "Радио Ваня" в г. Унеча и Унечском районе на частоте 90,9 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://bryansk.rtrs.ru/news/read/300/** (21.11.16)).

С 7 ноября в г. Брянске прекратила вещание одна из первых городских радиостанций "Чистые ключи", которую заменило радио "Шансон". "Чистые ключи" появились в Брянске почти 20 лет назад, трансляция велась на частоте 107,6 МГц. Филиал РТРС "Брянский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Дача" на частоте 90,2 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://bryansk.rtrs.ru/news/read/301/** (21.11.16)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. 3 ноября 2016 г. на частоте 91 МГц в г. Череповце появилась радиостанция "Юмор FM". Мощность передатчика — 0,5 кВт (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=104702** (21.11.16)).

ИВАНОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Energy" продолжает расширение региональной сети. Станция появилась в эфире г. Кинешмы на частоте 105,1 МГц. Станция входит в холдинг "ГПМ Радио" и является неотъемлемой частью глобальной сети одного из самых авторитетных международных радиобрендов — "Energy" (NRJ), созданного французской NRJ Group (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=104690** (21.11.16)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. К региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Киров, частота вещания — 91,6 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3804.htm** (21.11.16)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. 20 октября 2016 г. филиал РТРС "Краснодарский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Казак FM" в г. Сочи на частоте 100,6 МГц. Мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: **http://krasnodar.rtrs.ru/news/read/505/** (21.11.16)).

КРЫМ. Радиостанция "Наше радио" начала вещание в пяти городах Крыма:

— в Севастополе — на частоте 103,3 МГц;

— в Симферополе — на частоте 91,1 МГц;

— в Евпатории — на частоте 106,8 МГц;

— в Керчи — на частоте 107,6 МГц;

— в Ялте — на частоте 101,4 МГц.

На сегодняшний день "Наше радио" вещает в 80 городах России, а также в Казахстане и Финляндии (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nashe-radionachalo-veshchanie-v-pyati-gorodakh-kryma.php** (21.11.16)).

КУРСК. 1 ноября филиал РТРС "Курский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанций "Маяк", "Вести FM" и "Радио России" в CCIR-диапазоне. Частоты вещания — 95,3, 102,9 и 107,1 МГц соответственно. Мощность передатчиков — по 1 кВт. Одновременно прекращено вещание программ "Радио России" и "Маяк" в OIRT-диапазоне (источник — URL: **http://kursk.rtrs.ru/news/read/170/** (21.11.16)).

МАРИЙ ЭЛ. Филиал РТРС "РТПЦ Республики Марий Эл" начал трансляцию

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО № 1, 2017

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

"Радио России" с врезками ГТРК "Марий Эл" на частоте 69,29 МГц в г. Волжске и на частоте 73,16 МГц в г. Звенигово (источник — URL: **http://mari-el.rtrs.ru/news/read/156/** (21.11.16)).

МУРМАНСК. К региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Мурманск, радиостанция в эфире — на частоте 90,8 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3810.html** (21.11.16)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. В г. Сарове 19 ноября на частоте 99,5 МГц начала своё вещание радиостанция "Детское радио" (источник — URL: **https://vk.com/radiosarova?w=wall-20697968_591** (21.11.16)).

Радиостанции "Милицейская волна" и "Шансон" с 31 октября в связи с решением регионального вещателя и ликвидацией компании прекратили своё вещание в г. Сарове (источник — URL: **https://vk.com/radiosarova?w=wall-20697968_588** (21.11.16)).

НОВОСИБИРСК. 10 ноября филиал РТРС "Сибирский РЦ" начал трансляцию радиостанции "Новое радио" на частоте 100 МГц (источник — URL: **http://novosibirsk.rtrs.ru/news/read/402/** (21.11.16)).

17 ноября в эфире Новосибирска на частоте 95 МГц появилась радиостанция "Мир". Мощность передатчика — 2 кВт. Эта станция стала двадцатой, транслируемой с передающей станции РТРС в Новосибирске (источник — URL: **http://novosibirsk.rtrs.ru/news/read/403/** (21.11.16)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. В ближайшее время на частотах 95,6 и 96,7 МГц в г. Орле начнётся трансляция двух новых радиостанций. Конкурс на право использования этих частот прошёл успешно, и жители города и окрестностей смогут слушать радиостанции "Вера" и "Шансон".

Филиал РТРС "Орловский ОРТПЦ" с 9 ноября начал трансляцию радиостанции "Радио России" в г. Орле на частоте 102,3 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://orel.rtrs.ru/news/read/61/** (21.11.16)).

Таким образом, в г. Орле доступны 23 различные радиостанции. Три — в диапазоне OIRT, 20 — в диапазоне CCIR (источник — URL: **http://newsorel.ru/fn_227544.html** (21.11.16)).

ПЕНЗА. 1 ноября 2016 г. на частоте 99,6 МГц началось вещание радиостанции "Energy". Всего станция вещает в 488 городах и населённых пунктах страны, включая все города-миллионники (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=104679** (21.11.16)).

ПЕРМЬ. Радиостанция "Серебряный Дождь" информирует, что по не зависящим от неё причинам с 1 ноября временно приостановлено вещание в г. Перми на частоте 98,9 МГц. О возобновлении трансляций будет сообщено дополнительно (источник — URL: **http://www.silver.ru/regions/news/s-31-oktyabrya-budet-prekrashcheno-veshchanie-v-permi/** (21.11.16)).

ПСКОВ. 1 ноября филиал РТРС "Псковский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Ретро FM" на частоте 91,5 МГц. Зона охвата вещанием — г. Псков и его окрестности в радиусе до 37,5 км (источник — URL: **http://pskov.rtrs.ru/news/read/166/** (21.11.16)).

СМОЛЕНСК. 14 ноября 2016 г. филиал РТРС "Смоленский ОРТПЦ" вместе с ООО "С.Ю.С." начал трансляцию "Радио для двоих" в г. Смоленске на частоте 88,9 МГц. Мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: **http://smolensk.rtrs.ru/news/read/137/** (21.11.16)).

ТАМБОВСКАЯ ОБЛ. 26 октября 2016 г. филиал РТРС "Тамбовский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио 7" на частоте 100,3 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://tambov.rtrs.ru/news/read/235/** (21.11.16)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Юмор FM" продолжает завоёвывать новые города. К сети регионального вещания присоединился г. Торжок, программы радиостанции транслируются на частоте 105,3 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=104785** (21.11.16)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. В конце октября прошлого года к региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Новомосковск. Частота вещания — 88,1 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3786.html** (21.11.16)).

Одновременно, по не зависящим от радиостанции "Серебряный Дождь" причинам, она прекратила своё вещание в этом городе (источник — URL: **http://www.silver.ru/regions/news/s-26-oktyabrya-budet-prekrashcheno-veshchanie-v-novomoskovske/** (21.11.16)).

ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ. В конце октября 2016 г. в г. Комсомольске-на-Амуре организовано вещание главной краевой радиостанции "Восток России". Теперь её программы можно принимать на любом радиоприёмнике с CCIR-диапазоном на частоте 88,9 МГц. До настоящего времени станция была доступна только на средних волнах.

"Восток России" по праву считается единственной краевой радиостанцией, которая вещает на всей территории края (источник — URL: **http://kms.ru/news/vostoknews.html** (21.11.16)).

ХАКАСИЯ. Радиостанция "Юмор FM" начала вещание в с. Шира вблизи одноимённых живописных озера и курорта. Частота вещания — 103,4 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=104785** (21.11.16)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСК. С 17 октября 2016 г. настраиваться на программы радиостанции "Серебряный Дождь" на частоте 102,0 МГц могут жители г. Ханты-Мансийска (источник — URL: **http://www.silver.ru/regions/news/serebryanyy-dozhd-nachnet-veshchanie-v-khanty-mansiyske/** (21.11.16)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Британская телерадиовещательная корпорация "Би-би-си" впервые начнёт вещание на КНДР в связи с расширением деятельности "Всемирной службы", на это выделяется 290 млн фунтов стерлингов.

Предположительно вещание на КНДР начнётся весной 2017 г. В эфире планируется ежедневная 30-минутная программа новостей, которая будет выходить поздно вечером и рано утром как на коротких, так и на средних волнах для максимального охвата аудитории.

Вещание на КНДР включено в программу самого большого с 40-х годов прошлого века расширения деятельности "Всемирной службы", которая будет транслировать программы на 11 новых языках. Сюда входят амхарский (Эфиопия, частично Эритрея, Сомали и Судан), гуджарати и пенджаби (Индия), тигринья (Эритрея, частично Эфиопия) и йоруба (Нигерия) (источник — URL: **http://rt-online.ru/bi-bi-si-nachnet-veshhanie-na-kndr/** (21.11.16)).

ГЕРМАНИЯ. Религиозная радиостанция "Missionswerk Friedensstimme" в зимнем сезоне по субботам транслирует передачи на русском языке по следующему расписанию:

— 12.00—12.30 — на частоте 13710 кГц для Дальнего Востока;

— 16.00—16.30 — на частоте 9465 кГц для Восточной Европы.

Передатчик мощностью 250 кВт находится близ города Науэн (Nauen), Германия.

Религиозная радиостанция "Голос Анд" ("Voice of The Andes") по субботам транслирует свои передачи на частоте 11900 кГц с 15.30 до 16.02 на русском с 16.02 до 16.30 на чеченском языках. Программы транслируются через передатчик мощностью 100 кВт, расположенный в этом же городе.

ЕГИПЕТ. "Радио Каир" на русском языке можно слушать с 19.00 до 20.00 на частоте 9420 кГц, вещание с очень плохой модуляцией сигнала. Мощность передатчика — 250 кВт.

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. В зимнем вещательном сезоне продолжается круглосуточная трансляция программ российской радиостанции "Вести FM" на средневолновой частоте 1413 кГц с использованием радиопередатчика мощностью 500 кВт, расположенного в Приднестровье.

США. "Всемирное радио адвентистов" ("Adventist World Radio", AWR) с программами на русском языке (они называются "Голос Надежды") в эфире — с 11.00 до 11.30 на частоте 9460 кГц и с 20.00 до 20.30 — на частоте 7360 кГц. Используется 100-киловаттный передатчик, трансляции ведутся с острова Гуам, самого крупного из группы Марианских островов в Тихом океане.

ЮЖНАЯ ОСЕТИЯ. Информационное агентство и радиостанция "Sputnik Южная Осетия" на всей территории республики запустили вещание в CCIR-диапазоне на осетинском языке. Вещание доступно на частоте 106,3 МГц и включает как ежедневные новостные блоки, так и тематические программы по широкому спектру тем — от обычаев, традиций и культуры Осетии до актуальных общественно-политических вопросов. Программы радиостанции доступны также на сайте **http://sputnik-ossetia.com/?_ga=1.177272101.1875360555.1477653066** (источник — URL: **http://sputnik-ossetia.ru/South_Ossetia/20161027/3222210.html** (21.11.16)).

Хорошего приёма и 73!

УКВ-радиоприёмник в корпусе "Selga-405"

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

В корпусе "Selga-405" автор собрал УКВ-радиоприёмник с питанием от сети, использовав некоторые детали от исходного аппарата.

В прошлом веке отечественная промышленность выпускала большое число моделей носимых радиоприёмников с батарейным питанием, имеющих ДВ, СВ и реже КВ-диапазоны. Сегодня эти диапазоны практически пусты — часть радиостанций перекочевала из эфира в Интернет, часть закрылась. По этой причине сохранившиеся экземпляры таких радиоприёмников стали бесполезны. В то же время радиовещательные УКВ-диапазоны пока ещё "живы", поэтому подобные радиоприёмники можно переделать для работы на УКВ.

Один из возможных способов показан на примере отечественного радиоприёмника "Selga-405" выпуска 1984 г. Из нескольких доступных схемных решений выбор пал на вариант с отечественной микросхемой КР174ХА34. Эта микросхема представляет собой ЧМ-тракт с низкой ПЧ для приёма и обработки сигналов с частотной модуляцией УКВ-диапазона [1, 2]. В 1990-е годы автор собрал на этой микросхеме, а также других аналогичных с низкой ПЧ КС1066ХА1, К142ХА42 около 20 радиоприёмников. Эти микросхемы отличаются высокой надёжностью — ни одного выхода из строя, высокой чувствительностью, простотой схемы включения, а также во всех изготовленных приёмниках не было замечено описанного в [3] негативного эффекта.

Схема УКВ-радиоприёмника показана на **рис. 1**. От исходного устройства остались корпус, переменный конденсатор с верньерным устройством, переменный резистор регулятора громкости, монтажная плата и динамическая головка. УКВ-радиосигнал с телескопической антенны WA1 через разделительные конденсаторы С13, С15 поступает на УВЧ, собранный на высокочастотном малошумящем транзисторе VT2 по схеме с общим эмиттером. Диод VD6 защищает этот транзистор от повреждения. Напряжение смещения на базу VT2 поступает с вывода коллектора этого транзистора через резисторы R6, R7. Конденсатор С14 предотвращает образование ООС по ВЧ, повышая усиление этого каскада на высоких частотах. Нагрузкой транзистора служит резистор R8. Питается каскад УВЧ напряжением около 4,1 В через фильтр L3C16.

Усиленный ВЧ-сигнал через разделительный конденсатор С18 поступает на вход микросхемы DA2 (вывод 12). На радиостанции приёмник настраивают с помощью переменного конденсатора С33, который перестраивает рабочую частоту колебательного контура. Конденсатор С31 — растягивающий. Параметры колебательного контура выбраны так, чтобы охватить диапазон частот 63...110 МГц. Немного расширенный диапазон принимаемых частот выбран для того, чтобы при старении элементов, сильных изменениях окружающей температуры радиостанции, находящиеся на краях диапазона, не оказались

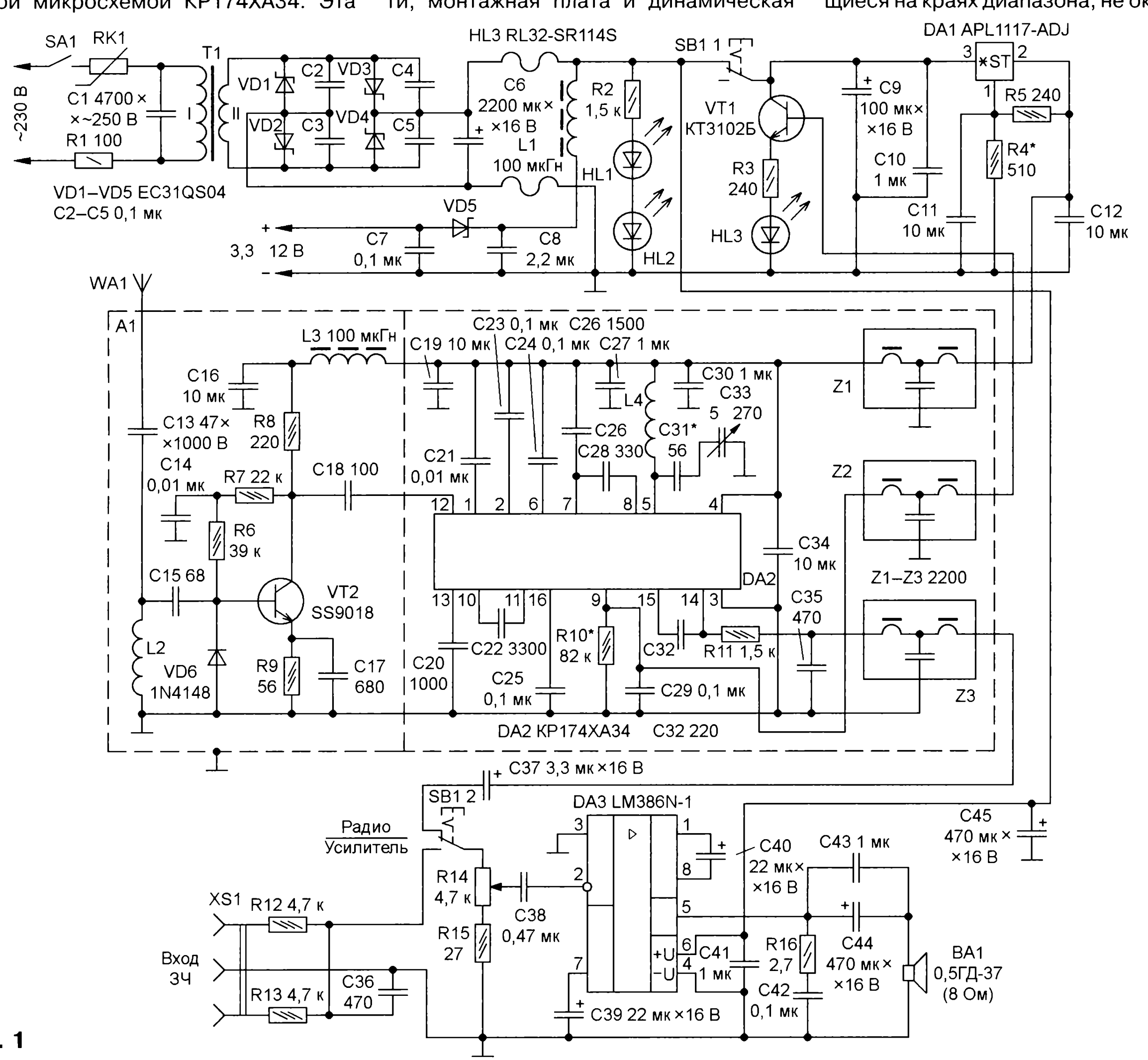
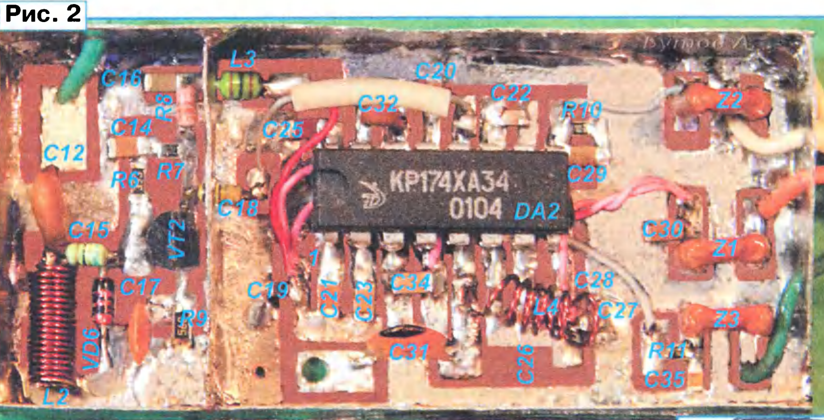


Рис. 1

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

за "бортом". НЧ-сигнал звуковой частоты с выхода DA2 (вывод 14) через фильтры R11C35, Z3, разделительный конденсатор C37 и замкнутые контакты переключателя SB1.2 поступает на регулятор громкости — переменный резистор R14. С вывода 9 DA2 снимается напряжение для управления светодиодным индикатором уровня сигнала настройки на радиостанцию. Это напряжение через фильтр C29Z2 поступает на эмиттерный повторитель VT1. При точной настройке на радиостанцию и высоком уровне сигнала светодиод гаснет.

Рис. 2



УКВ-модуль А1 собран на отдельной печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита размерами 65×28 мм толщиной 2 мм. Модуль экранирован лужёной жестью, УВЧ на транзисторе VT1 экранирован от микросхемы DA2. Переменный конденсатор также экранирован. Нижний слой фольги также используется как экран. С общим проводом верхнего слоя нижний слой фольги связан 15 перемычками, равномерно распределёнными по плате. На верхнем слое фольги проводники вырезаны ручной фрезой под имеющиеся детали (**рис. 2**).

УКВ-модуль получает питание около 4,1 В через фильтр Z1 от стабилизатора напряжения DA1 и сохраняет работоспособность при снижении напряжения питания до 1,9 В. Поскольку настройка на радиостанции осуществляется переменным конденсатором, из-за изменения напряжения питания она не сбивается. Аналогичный модуль был использован при переделке радиоприёмников "Selga-404", "Юность КП-101", "Сигнал РП-204" и для модернизации радиоприёмника "Россия РП-303", а также, с некоторыми изменениями, в других конструкциях.

Усилитель звуковой частоты собран на интегральной микросхеме DA3 (LM386N-1). Резистор R15 исключает работу в режиме нулевой громкости, уменьшая вероятность того, что радиоприёмник будет работать, когда в нём нет необходимости. Нагрузкой усилителя DA3 служит динамическая головка BA1, подключённая к выходу микросхемы через разделительный конденсатор C44. Демпфирующая цепь R16C42 предотвращает самовозбуждение микросхемы DA3 на ультразвуковых частотах.

Поскольку многие мобильные цифровые устройства имеют плохое качество звучания, их желательно подключать к внешнему УЗЧ. С этой целью новый радиоприёмник оснащён гнездом XS1. Переключателем SB1 выбирают режим работы "Радио"/"Усилитель". Резисторы R12, R13 суммируют стереосигнал в монофонический, конденсатор C36 препятствует поступлению на вход УЗЧ радиочастот. Чувствительности УЗЧ достаточно, чтобы работать с любым цифровым мультимедийным аппаратом.

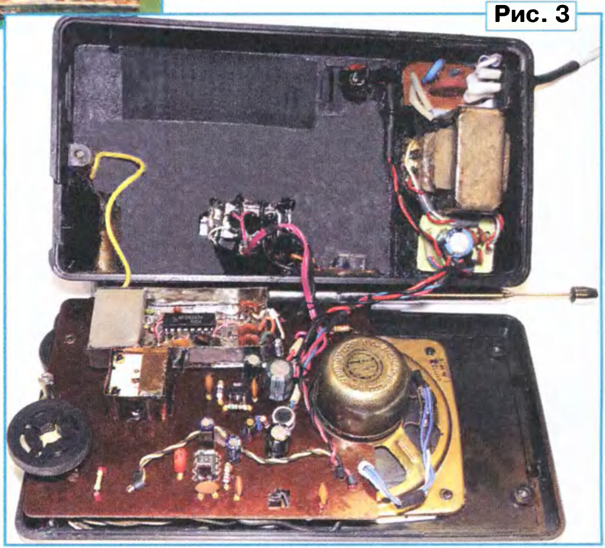
Сегодня не принято "ходить" с такими радиоприёмниками, поэтому автономное питание в устройстве не предусмотрено. Но при необходимости можно подключить внешний источник автономного питания напряжением 3,3...12 В, например [4—6]. Диод Шотки VD5 защищает устройство от переполюсовки напряжения питания. Вместо батареи гальванических элементов или аккумуляторов в корпус приёмника встроен сетевой блок питания. Напряжение сети 230 В поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора T1 через замкнутые контакты выключателя SA1, предохранительный резистор R1 и терморезистор RK1 с положительным температурным коэффициентом сопротивления, работающий как высоковольтный самовосстанавливающийся предохранитель. В случае увеличения тока через первичную обмотку трансформатора, например, при аномально высоком напряжении сети, терморезистор разогревается, его сопротивление увеличивается с 20...30 Ом до десятков и даже сотен килоом, что предотвращает повреждение трансформатора. С вторичной обмотки T1 переменное напряжение около 8,5 В поступает на мостовой диодный выпрямитель, собранный на диодах Шотки VD1—VD4. Конденсатор C6 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

На микросхеме DA1 (APL1117-ADJ) собран стабилизатор напряжения +4,1 В. Выходное напряжение устанавливают подборкой резистора R4 — чем меньше его сопротивление, тем меньше выходное напряжение. Светодиоды HL1, HL2 светят при наличии напряжения питания выше 5 В, они предназначены для подсветки шкалы настройки.

Вид на компоновку узлов в корпусе показан на **рис. 3**. Клавишный выключатель питания KCD-2011 (SA1) размещён на задней стенке корпуса радиоприёмника рядом с сетевым трансформатором, его можно заменить, например, на MRC-101-6A, KCD1-101. Переключатель SB1 — RS10. Резистор R1, конденсатор C1 и терморезистор RK1 размещены на отдельной плате размерами 35×20 мм. Диоды VD1—VD4, конденсаторы C2—C6 смонтированы на плате размерами 35×24 мм. Резисторы R12, R13, конденсатор C36 и гнездо XS1 установлены на плате размерами 33×18 мм. УКВ-модуль приклеен к основной плате устройства с таким расчётом, чтобы провод от конденсатора C31 к C33 был как можно короче. Узлы УЗЧ и стабилизатора напряжения размещены на основной плате. Монтаж — навесной. Не пренебрегайте корректной разводкой общего провода для цепей питания, сигнальных и высокочастотных.

Вместо микросхемы КР174ХА34 можно применить К174ХА34, КР174ХА34А. К микросхеме LM386N-1 приклеивают медный теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности не менее 3 см^2. Вместо УЗЧ на этой микросхеме можно собрать другой усилитель, работоспособный при напряжении питания 3...12 В. Вместо микросхемы APL1117-ADJ можно установить любой интегральный стабилизатор серии 1117-ADJ в любом корпусе, кроме сверхминиатюрных, например, LD1117A-ADJ, IL1117A-ADJ. Также подойдёт любой аналогичный стабилизатор с малым падением напряжения в соответствующей схеме включения. Вместо высокочастотного транзистора SS9018 подойдёт любой из серий 2SC1730, 2SC1395, КТ368, КТ399, 2Т399, 2Т372, КТ372, 2Т382, КТ382, КТ325, 2Т325, КТ355, 2Т355. Транзистор КТ3102Б заменим любым из серий КТ312, КТ315, КТ3102, SS9014, PN2222, BC547, BC548. Упомянутые в вариантах замен транзисторы имеют отличия в цоколёвке.

Рис. 3



Вместо диодов Шотки EC31QS04 можно установить SB140, SB150, SB160, 1N5819, MBRS140T3. Диод 1N4148 можно заменить на PMLL4148, PMLL4446, PMLL4448, КД503А. Светодиоды HL1, HL2 — сверхъяркие, для поверхностного монтажа, жёлтого цвета свечения (от подсветки кнопок автомагнитолы). Светодиод RL32-SR114S — красного цвета свечения, можно заменить любым непрерывного свечения без встроенных резисторов, желательно с возможно меньшим рабочим напряжением.

Катушка L2 — бескаркасная, содержит 19 витков обмоточного провода диаметром 0,39 мм, намотанного на оправке диаметром 3 мм. Катушка L4 — бескаркасная, содержит шесть витков обмоточного провода диаметром 0,39 мм, намотанного на оправке диаметром 3 мм. Внутрь этой катушки вставлен кусок поролона, который затем пропитан парафином. Также парафином залит конденсатор C31. Дроссель L1 — готовый, промышленного изготовления, намотан на Н-образном ферритовом магнитопроводе, сопротивление обмотки — не более 1 Ом, индуктивность — чем больше, тем лучше. Дроссель L3 — аналогичный, индуктивностью 100...1000 мкГн и сопротивлением обмотки 3...15 Ом.

В узле питания применён трансформатор ТС6-2. Вторичная обмотка перемотана, она содержит 115 витков обмоточного провода диаметром 0,33 мм. Намотка — виток к витку, ни один виток не должен быть перехлёстнут, иначе обмотка не уместится в окне. Вместо такого трансформатора подойдёт, например, унифицированный ТП-112-1. WA1 — поворотная телескопическая антенна длиной 56 см. Отечественная динамическая головка 0,5ГД-37 отличается от подобных такого же размера хорошим качеством звучания и высокой чувствительностью. Можно заменить аналогичной 1ГДШ-6. Корпус динамической головки соединяют с общим проводом.

Как сказано выше, переменный резистор применён штатный, имеющийся в нём выключатель питания не используется. Этот выключатель нельзя применять для коммутации напряжения сети 230 В. Подойдёт любой переменный резистор сопротивлением 4,7—22 кОм. Терморезистор ZPB53BL200C (RK1) применён от узла размагничивания кинескопа телевизора Funai. Может быть заменён ZPB53BL300C или другим с сопротивлением 20...30 Ом при комнатной температуре, или на полимерный самовосстанавливающийся предохранитель SF250-080. Резистор R1 — импортный невозгораемый или разрывной. Остальные резисторы — любого типа общего применения, в УКВ-модуле желательно использовать поверхностно монтируемые резисторы. Конденсатор C1 — керамический на номинальное напряжение не менее 1000 В постоянного тока или 250 В переменного тока. Конденсатор C38 — малогабаритный плёночный. Оксидные конденсаторы — импортные аналоги К50-68, К53-19. Остальные неполярные постоянные конденсаторы — керамические, на номинальное напряжение не менее 25 В. Конденсатор C31 должен быть с возможно меньшим ТКЕ. Фильтры Z1—Z3 — DST9NC52A222Q55B или DST9HB32E222Q55B — конденсаторы ёмкостью 2200 пФ, на выводы которых надеты ферритовые трубки. Их можно заменить керамическими конденсаторами ёмкостью 2200 пФ.

Налаживание в основном сводится к установке границ диапазона. Подбором ёмкости конденсатора C31 устанавливают нижнюю границу принимаемого УКВ-диапазона. Растягивая и сжимая витки катушки L4, устанавливают верхнюю границу диапазона. Подключив приёмник к внешней УКВ-антенне и настроив его на местную радиостанцию, резистор R10 подбирают, ориентируясь на большее его сопротивление, чтобы светодиод HL3 не светился. На этом настройка устройства закончена.

Радиоприёмник, изготовленный по схеме рис. 1, принимает все местные радиостанции на подключённый в качестве антенны кусок провода длиной 10 см, приём ведётся с расстояния около 30 км от передающей антенны. На максимальной громкости устройство потребляет от сети 230 В ток 16 мА. При питании устройства от внешнего источника постоянного напряжения 6 В потребляемый ток — около 80 мА на максимальной или 20 мА на минимальной громкости в режиме "Радиоприёмник" или 6 мА в режиме "Усилитель" при отсутствии сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гвоздев С.** Микросхема К174ХА34. — Радио, 1995, № 10, с. 62.

2. **Нефёдов А. В.** Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Серии К143—К174. Т. 2. — М.: "Радиософт", 1999, с. 610—612.

3. **Поляков В.** О "скрипе" 174ХА34. — URL: **http://www.radio.ru/support/001** (29.06.16).

4. **Бутов А.** Портативный аккумуляторный источник питания. — Радио, 2015, № 10, с. 36—38.

5. **Бутов А.** Преобразователь напряжения 5/9 В для питания радиоприёмников. — Радио, 2013, № 12, с. 24, 25.

6. **Бутов А.** Автономный блок питания. — Радио, 2012, № 12, с. 21, 22.

Измерение индуктивности комбинированным прибором

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Комбинированный прибор [1], доработанный в соответствии с [2, 3], лишён одной важной функции — измерения индуктивности. Между тем катушки индуктивности, пожалуй, единственные самодельные элементы, с которыми радиолюбителям приходится сталкиваться в своей практике, либо наматывая их самостоятельно, либо используя сделанные кем-то. И если параметры радиоэлементов заводского изготовления указаны на их корпусах или в документации, то единственный способ получения информации об индуктивности самодельной катушки — её измерение. Поэтому в ходе очередной доработки прибора автор ввёл в него режим измерения индуктивности.

Выбранный метод измерения индуктивности заключается в следующем. Измеряемая катушка L_x образует с конденсатором C, ёмкость которого точно известна, параллельный колебательный контур. Этот контур входит в состав генератора электрических колебаний, задавая их частоту F. Эту частоту измеряют частотомером и определяют измеряемую индуктивность по формуле

$$L_x = \frac{25330}{C \cdot F^2}.$$

Если частоту измерять в мегагерцах, а ёмкость в пикофарадах, индуктивность будет получена в микрогенри.

Чтобы снизить затраты на модернизацию комбинированного прибора, главным условием практической реализации в нём этого метода автор поставил невмешательство в существующую аппаратную часть. В приборе есть режим частотомера, имеется микроконтроллер, который с успехом может выполнить необходимые расчёты. Отсутствует лишь генератор, который целесообразно изготовить в виде внешней приставки, подключаемой к прибору через уже имеющийся на нём разъём.

Радиолюбители часто пользуются подобными приставками к частотомерам для измерения ёмкости и индуктивности. При этом для упрощения расчётов зачастую выбирают образцовую ёмкость равной 25330 пФ. В этом случае приведённая выше формула приобретает вид

$$L_x = \frac{1}{F^2}.$$

Примеры использования подобных приставок приведены в [4, 5]. В рассматриваемом случае использовать конденсатор именно такой ёмкости нет необходимости, поскольку микроконтроллер прибора способен выполнить расчёт при любом её значении.

Принципиальная схема приставки показана на **рис. 1**. Она подобна использованной в [5], а небольшие отличия связаны с применением деталей

РАДИО® ИЗМЕРЕНИЯ тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 1, 2017

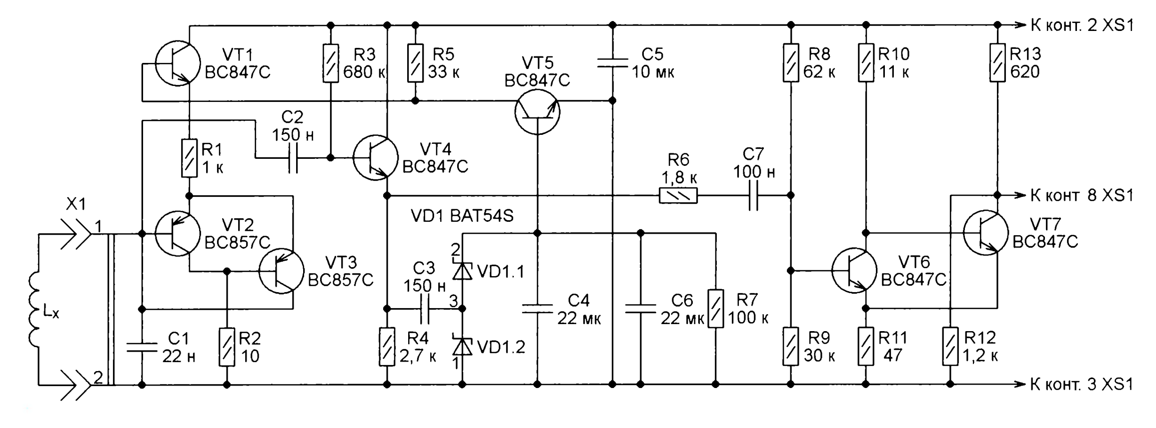


Рис. 1

других типов. Выходной сигнал приставки представляет собой последовательность прямоугольных импульсов амплитудой около 3 В, следующих с частотой, равной резонансной частоте измерительного колебательного контура L_xC1. Назначение элементов схемы и работа устройства описаны в [4, 5] и поэтому здесь не рассматриваются.

Приставку подключают к разъёму XS1 комбинированного прибора трёхпроводным плоским кабелем. Доработка самого прибора свелась к изменению программы его микроконтроллера, которая теперь, кроме ранее имевшихся функций, предусматривает приём сигнала приставки, его обработку и вывод на ЖКИ значения измеренной индуктивности.

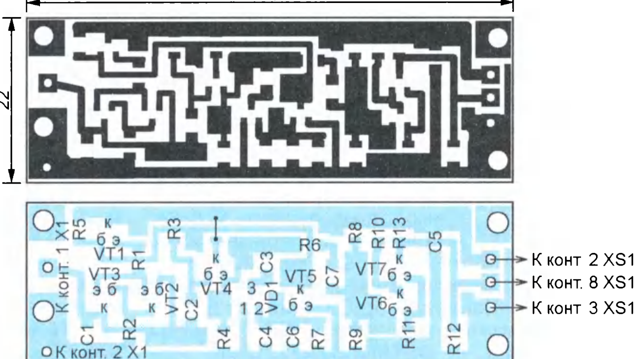


Рис. 2

Основные технические характеристики

Измеряемая индуктивность, мкГн ....8...999000
Погрешность измерения, %, не более:
- от 8 мкГн до 15 мкГн 5
- от 15 мкГн до 20 мГн 2,5
- от 20 мГн до 150 мГн 5
- от 150 мГн до 999 мГн 20

Дискретность отсчёта индуктивности, мкГн:
- от 8 до 999 мкГн 0,1
- от 1 до 999 мГн 10

Напряжение питания, В 5
Ток потребления, мА 8

Интервал допустимых значений измеряемой индуктивности ограничен программно. В принципе, возможно измерение и за пределами этого интервала, особенно в сторону больших значений, однако там существенно растёт погрешность.

В приставке применены только компоненты для поверхностного монтажа, что позволило разместить их на печатной плате размерами 22×65 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Резисторы и конденсаторы — типоразмера 1206.

Применять в качестве C1 (входит в измерительный колебательный контур) конденсатор с номинальной ёмкостью, отличающейся от указанной на схеме, недопустимо, поскольку это может привести к сбоям в работе программы. Но подбирать его ёмкость с большой точностью нет необходимости. Подборка заменена программной калибровкой прибора. Однако желательно установить здесь конденсатор с минимальным ТКЕ, например, с диэлектриком NPO.

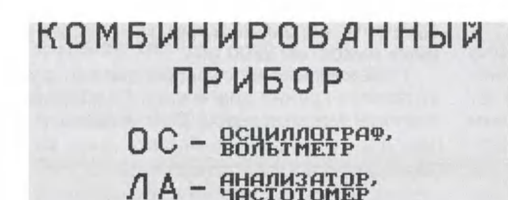


Рис. 3

Подключите образцовую катушку
индуктивностью 15...15000 мкГн
и введите в строке ниже ее значение
в микрогенри (не более семи знаков,
десятичная точка - *)

L = ________ мкГн

После чего нажмите:

D - выполнить калибровку
- изменить значение
ГН - отменить калибровку

Рис. 4



Рис. 5

Готовую плату поместите в корпус подходящих размеров. Для подключения измеряемой индуктивности удобно использовать двухконтактный пружинный зажим для акустических систем.

В самом комбинированном приборе необходимо выполнить доработку, описанную в [3], если она не была сделана ранее. После неё на контакте 2 разъёма XS1 должно присутствовать напряжение +5 В. Коды из прилагаемого файла Osc-L-_2_04.hex следует загрузить в FLASH-память микроконтроллера.

После подключения приставки и подачи питания на ЖКИ прибора появится главное меню (**рис. 3**). Для входа в режим измерения индуктивности нужно дважды нажать на клавишу "ГН". Первое переведёт прибор в режим генератора, а второе — в режим измерения индуктивности. В верхней части экрана ЖКИ будет выведено название режима, а в его нижней строке — подсказка, из которой следует, что для выполнения калибровки должна быть нажата клавиша 2, а для измерения индуктивности — клавиша D.

Калибровка обязательна перед первым использованием прибора. В дальнейшем её следует проводить только после ремонта прибора или приставки, а также при сомнении в правильности результатов измерения.

Несколько слов о содержании калибровки. Для вычисления индуктивности по рассмотренной в начале статьи формуле необходимо знать точное значение ёмкости колебательного контура. Но кроме ёмкости конденсатора C1, в неё входят и другие составляющие — паразитные ёмкости

других компонентов и ёмкость монтажа. При первом запуске программы истинное значение контурной ёмкости программе неизвестно и она оперирует номинальным значением ёмкости конденсатора С1 22000 пФ. Задача калибровки — вычислить истинную ёмкость колебательного контура приставки, чтобы в дальнейшем в ходе измерений использовать это значение.

Для этого нужно подключить к приставке в качестве L_x катушку точно известной индуктивности $L_{обр}$. Измерив частоту сигнала, генерируемого приставкой с такой катушкой, вычислить истинную ёмкость колебательного контура по формуле

$$C = \frac{25330}{L_{обр} \cdot F^2}.$$

Полученное в ходе калибровки значение этой ёмкости программа записывает в EEPROM микроконтроллера и в дальнейшем использует для вычисления индуктивности. Точность калибровки, а значит, и последующих измерений зависит от точности значения образцовой индуктивности. Поэтому нужно знать его с погрешностью не более 1...2 %, например, измерив поверенным прибором соответствующего класса точности.

При запуске калибровки на экран выводится сообщение (**рис. 4**) с предложением подключить к приставке образцовую индуктивность, ввести её значение и выполнить калибровку, либо отказаться от неё. Рекомендуется выбирать образцовую индуктивность в указанных на экране пределах, так как в этом случае погрешность измерения минимальна. Если в процессе ввода значения допущена ошибка, то можно, нажав на клавишу #, ввести его заново.

Выполнив калибровку, прибор автоматически измеряет образцовую индуктивность и выводит на экран её значение (**рис. 5**). При отказе от калибровки измерение образцовой индуктивности также будет выполнено, но некалиброванным прибором с недостоверным результатом.

Для измерения неизвестной индуктивности нужно подключить её к приставке и нажать на клавишу D прибора. При попытке измерить индуктивность, значение которой выходит за допустимые для прибора пределы, на экран будет выведено сообщение об отказе от измерения по этой причине.

Выходят из режима измерения индуктивности нажатием на одну из клавиш ОС, ЛА или ГН, переводящих прибор в соответствующие режимы работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Савченко А.** Комбинированный прибор на базе микроконтроллера ATxmega. — Радио, 2014, № 4, с. 18—22; № 5 с. 22—25.
2. **Савченко А.** Усовершенствование комбинированного прибора на базе микроконтроллера ATxmega. — Радио, 2015, № 3, с. 29—34.
3. **Савченко А.** Новые режимы в комбинированном измерительном приборе. — Радио, 2015, № 9, с. 17—19.
4. **Беленецкий С.** Приставка для измерения индуктивности в практике радиолюбителя. — Радио, 2005, № 5, с. 26—28.
5. **Зорин С., Королёва И.** Радиолюбительский частотомер. — Радио, 2002, № 6, с. 28, 29; № 7, с. 39, 40.

__От редакции__. Доработанная программа микроконтроллера имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/osc-L-2-04.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Преобразователь напряжения на микроконтроллере для питания измерительного прибора

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Предлагаемое устройство представляет собой преобразователь постоянного напряжения 3 В в постоянное 9 В. Он выполнен в габаритах девятивольтной батареи "Крона" и предназначен для её замены в измерительных приборах с автономным питанием. Первичный источник напряжения — два солевых или щелочных гальванических элемента типоразмера ААА. Возможно использование Ni-MH аккумуляторов того же типоразмера. КПД преобразователя — 66...81 %.

Схема преобразователя изображена на **рис. 1**. Его основной компонент — микроконтроллер ATtiny13A-SU (DD1), тактируемый от внутреннего RC-генератора. Повышающий преобразователь напряжения реализован на транзисторе VT1, дросселе L1, диоде Шотки VD1 и конденсаторе С4. Транзистор VT2 отключает нагрузку от преобразователя в "спящем" режиме работы микроконтроллера. Стабилитрон VD2 и резистор R5 защищают элементы преобразователя при обрыве (отключении) нагрузки. В нормальном режиме работы ток через защитную цепь отсутствует.

Преобразователь предназначен для работы на постоянную нагрузку. Его выходное напряжение не стабилизировано и зависит от питающего напряжения. Например, оно снижается до 7,6 В при падении питающего до 2,5 В.

Для более полного использования энергии первичного источника питания и сохранения выходного напряжения на заданном уровне микроконтроллер DD1 при запуске преобразователя проверяет напряжение на его выходе. Для этого часть выходного напряжения с движка подстроечного резистора R4 поступает на вход PB4 микроконтроллера, работающий в режиме входа встроенного компаратора напряжения.

Все компоненты преобразователя размещены на плате размерами 48×26 мм из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1 мм. Её чертёж и расположение деталей показаны на **рис. 2**. На стороне платы, свободной от деталей, в предназначенные для них отверстия впаяны четыре контакта для подключения элементов питания. Контакты вырезаны из листовой латуни толщиной 0,3 мм. Высота контакта — 10 мм, ширина — 5...8 мм, длина лепестка для пайки в отверстие — 2 мм, ширина — 1,5 мм.

Оксидные конденсаторы — TECAP типоразмера D, остальные конденсаторы и резисторы — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Подстроечный резистор R4 — СП3-19а-0,5 Вт, дроссель L1 — LQH43CN101K. Выбор дросселя заметно влияет на КПД преобразователя. Например, замена упомянутого выше дросселя на RLB0712 несколько больших размеров увеличи-

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2017

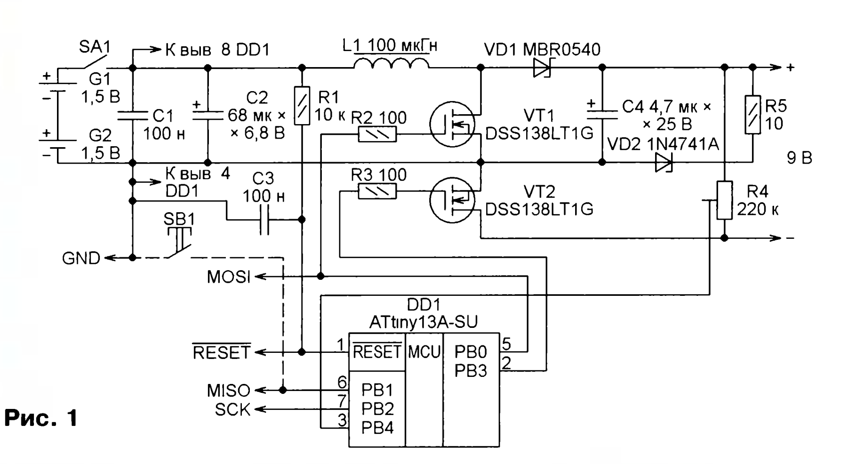


Рис. 1

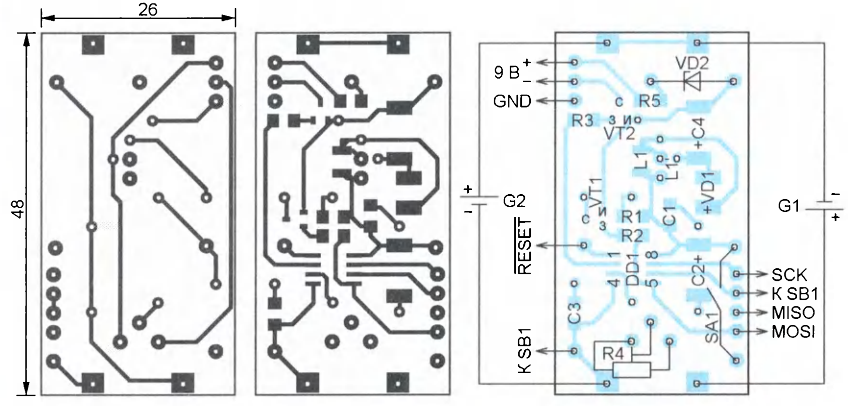


Рис. 2

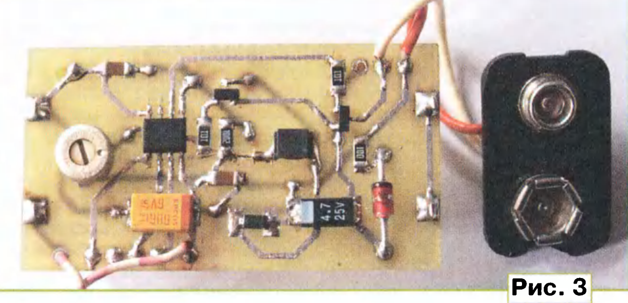


Рис. 3

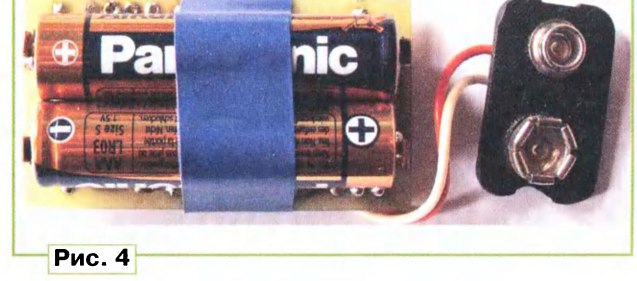


Рис. 4

вает КПД на 3...5 %, но выводит, к сожалению, габариты преобразователя за пределы габаритов батареи "Крона". Для монтажа этого дросселя на плате предусмотрены контактные площадки с отверстиями, обозначенные L1'. Его монтируют в "лежачем" положении. Замена первоначально применённого в одном из вариантов преобразователя в качестве VD1 диода BAT41 на MBR0540 позволила поднять КПД на 2 %.

Вид на собранный преобразователь со стороны деталей показан на **рис. 3**, а со стороны установки элементов питания — на **рис. 4**.

Программа микроконтроллера использует его восьмиразрядный таймер, работающий в режиме "быстрая ШИМ", и аналоговый компаратор. Частота повторения импульсов с ШИМ выбрана равной 37500 Гц — максимально возможной при тактовой частоте микроконтроллера 9,6 МГц. К неинвертирующему входу AIN0 аналогового компаратора подключён внутренний источник образцового напряжения.

Поданное на вывод PB4 микроконтроллера контролируемое выходное напряжение поступает на инвертирующий вход компаратора AIN1 через мультиплексор АЦП. Состояние выхода компаратора ACO проверяет подпрограмма обработки прерывания по переполнению таймера T0. Когда ACO=1, происходит инкремент значения в регистре сравнения таймера, что увеличивает коэффициент заполнения импульсов, управляющих транзистором VT1 преобразователя. При ACO=0 это значение остаётся неизменным, поскольку выходное напряжение уже достигло заданных 9 В.

Таймер отключения преобразователя реализован программно и представляет собой счётчик, декрементируемый по прерываниям от таймера T0. Исходное значение, записываемое в регистры этого счётчика, программа вычисляет по формуле $N=T_{off}\cdot37500$, где T_{off} — требуемая продолжительность работы преобразователя до отключения, с; 37500 — частота повторения управляющих импульсов, Гц. В программе задано T_{off}=900 с (15 мин). По истечении этого времени микроконтроллер "засыпает", переходя в режим микропотребления энергии POWER DOWN.

Предусмотрена возможность управлять преобразователем с помощью необязательной кнопки SB1, подключение которой показано на схеме рис. 1 штриховыми линиями. Внешний запрос прерывания, генерируемый при нажатии на эту кнопку, возвращает "спящий" микроконтроллер в рабочий режим. А если нажать на неё при работающем преобразователе, микроконтроллер перейдёт из рабочего в "спящий" режим, выключив преобразователь. Для обслуживания кнопки в различных режимах программа формирует задержки длительностью 0,5 с. В "спящем" режиме микроконтроллера преобразователь потребляет всего 6...10 мкА, поэтому при наличии кнопки в выключателе SA1 нет необходимости и его можно не устанавливать, заменив перемычкой.

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
SELFPREGEN	1	WDTON	1
DWEN	1	CKDIV8	1
BODLEVEL1	1	SUT1	1
BODLEVEL0	1	SUT0	0
RSTDISBL	1	CKSEL1	1
SPIEN	0	CKSEL0	0
EESAVE	1		

1 — не запрограммировано;
0 — запрограммировано

Если кнопка SB1 отсутствует, то повторное после срабатывания таймера отключения включение преобразователя выключателем SA1 возможно лишь через две минуты. В течение этого времени при разомкнутом выключателе микроконтроллер потребляет энергию, запасённую в конденсаторе C2, и находится в "спящем" режиме.

Преобразователь разработан без привязки к конкретному типу измерительного прибора, требующего напряжения питания 9 В. Доработка такого прибора сводится к установке в нём выключателя SA1 или кнопки SB1. Для удобства их можно подключить к преобразователю с помощью миниатюрных разъёмов. Обратная замена преобразователя на батарею "Крона" сложностей не вызывает.

После монтажа на плату всех деталей, кроме дросселя L1 и проверки её на обрывы и замыкания, установите движок резистора R4 в среднее положение и переходите к программированию микроконтроллера. Коды из приложенного к статье файла CONVERTER-DC2.hex должны быть загружены в память про-

грамм микроконтроллера. Его конфигурацию следует запрограммировать в соответствии с **таблицей**. Обратите внимание, что разряд CKDIV8, запрограммированный изготовителем микроконтроллера, нужно распрограммировать.

Все необходимые для соединения с программатором контактные площадки на плате имеются. Если программатор работает лишь при напряжении питания 5 В, подайте это же напряжение и в цепь питания микроконтроллера. Напряжением 3 В нужно будет запитать плату после успешного программирования.

Измерьте ток, потребляемый измерительным прибором, с которым предполагается использовать преобразователь, и нагрузите преобразователь резистором соответствующего сопротивления. Установив на место дроссель L1, подайте на преобразователь питание и подстроечным резистором R4 отрегулируйте выходное напряжение, сделав его равным 9 В. Перемещение движка подстроечного резистора к его нижнему по схеме выводу увеличивает выходное напряжение, а в обратную сторону — уменьшает. Учтите, что программа изменяет выходное напряжение лишь при включении питания или при выходе микроконтроллера из "спящего" режима.

Выключите преобразователь, подключите к нему реальную нагрузку и вновь включите. Если напряжение отличается от необходимого, откорректируйте его подстроечным резистором R4. Затем измерьте ток, потребляемый от элементов G1 и G2, и рассчитайте КПД преобразователя. У одного из изготовленных мной образцов он получился равным 74 % при напряжении питания 3 В и 64 % при 2 В. С преобразователем, в котором установлен дроссель RLB0712, получен КПД соответственно 78 % и 66 %.

Если при входном напряжении 3 В и токе нагрузки 6 мА выходное напряжение установить равным 9,2 В, то при входном напряжении 2 В оно уменьшится до 8,5 В. При дальнейшей разрядке питающей батареи, когда выходное напряжение снижается до 6,5 В, на индикаторе измерительного прибора появляется символ разряженности батареи питания.

Я изготовил два экземпляра преобразователя: один — для питания мультиметра DT930F+, а второй — для измерителя ёмкости и индуктивности MY6243. Эти приборы не имеют таймера отключения, поэтому полная разрядка их батарей питания по забывчивости была вполне обычна. После установки в них преобразователей такие неприятности прекратились.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/conv.zip** на нашем FTP-сервере.*

Простой источник питания на BP2857D для светодиодных светильников

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

В продолжение темы источников питания для светодиодных светильников автор предлагает простое устройство на специализированной микросхеме. В упрощённом варианте, без входного фильтра и пассивного корректора коэффициента мощности, источник содержит всего лишь чуть более двух десятков элементов.

В июльском номере журнала за 2016 г. была опубликована конструкция источника питания для офисного светодиодного светильника [1], которую условно можно отнести к старшему сегменту (премиум-классу) подобных устройств благодаря её высоким техническим параметрам и сложности. В сентябрьском номере журнала за 2016 г. опубликован усовершенствованный и упрощённый его вариант [2], который по своим характеристикам и относительной простоте вполне можно отнести уже к среднему, более бюджетному сегменту. Для того чтобы получилась своего рода линейка подобных устройств, логично было бы предположить,

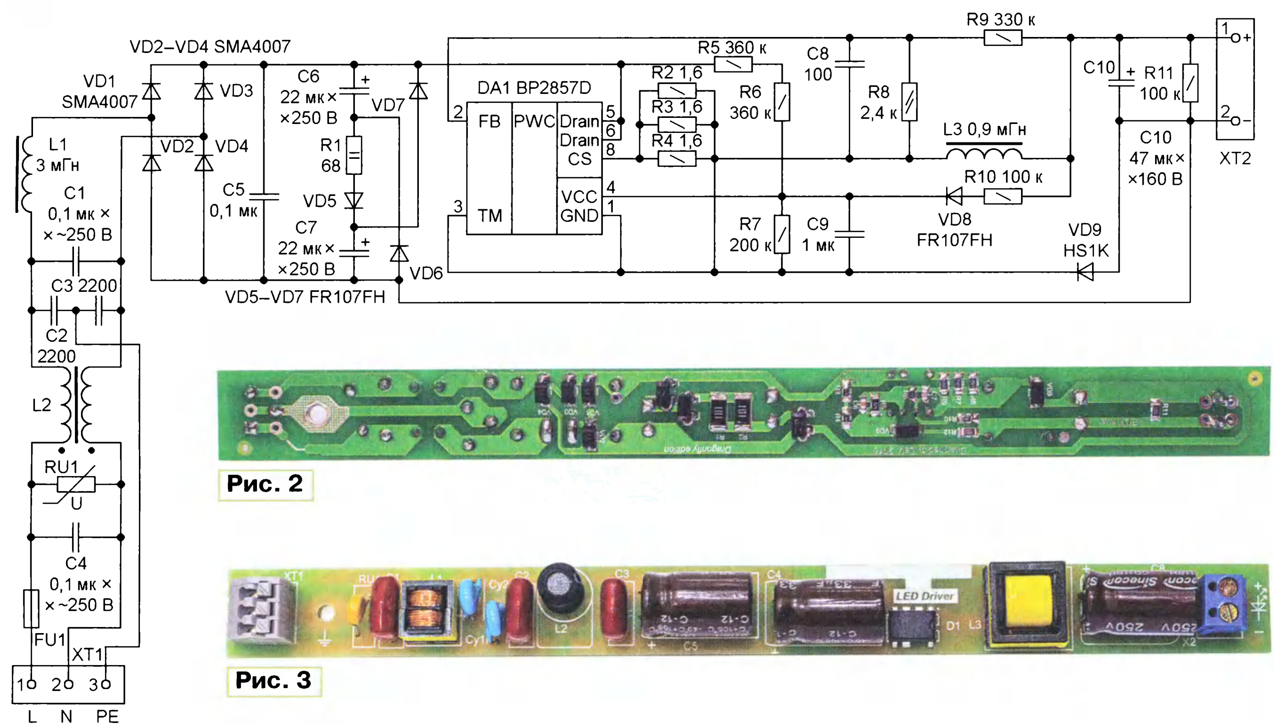


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

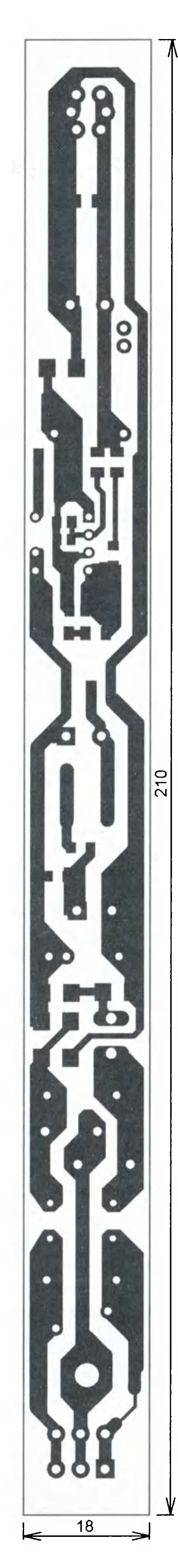


Рис. 4

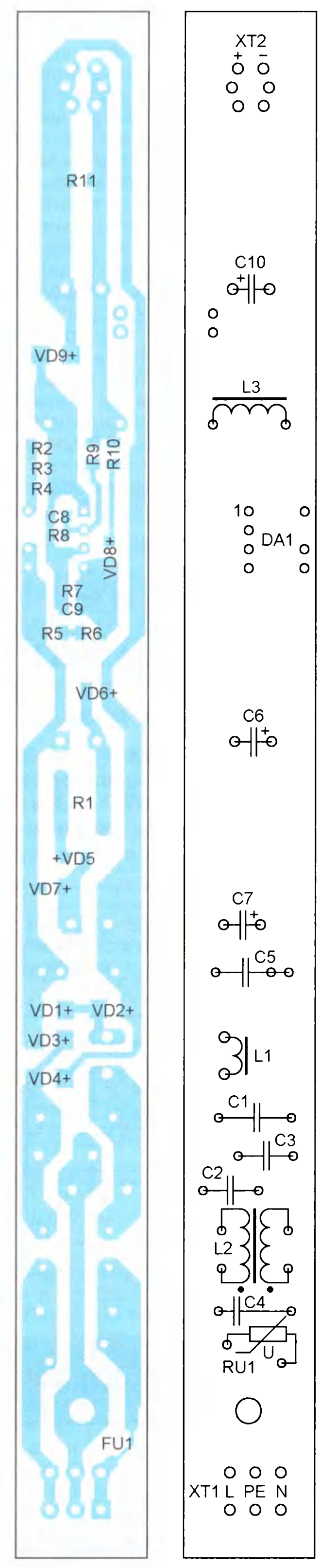


Рис. 5

что не хватает ещё одного, совсем простого и недорогого бюджетного варианта. Такой источник питания для светодиодных светильников и предлагается в этой статье.

Сегодня совершенно излишне говорить о популярности светодиодного освещения. Хочется лишь отметить, что стремительный рост объёмов производства и разнообразия светодиодов и светильников на их основе, а также источников питания для них вызвал соответствующую реакцию и со стороны производителей специализированных микросхем. Как грибы после дождя стали появляться семейства недорогих специализированных микросхем для построения на их основе простых и дешёвых источников питания. Примером может служить микросхема BP2857D китайского производителя BPS. Она предназначена для построения дешёвого малогабаритного понижающего импульсного преобразователя без гальванической развязки со стабилизацией выходного тока. Микросхема BP2857D требует минимальной "обвязки", содержит встроенный полевой транзистор (MOSFET), плюс к этому она имеет защитные функции от холостого хода и замыкания нагрузки. При этом её цена на момент написания статьи при покупке через интернет-сервис ebay.com — всего лишь 30...40 руб.

Схема источника питания на основе BP2857D приведена на **рис. 1**. При желании можно получить совсем уж простой и недорогой источник, удалив помехоподавляющий фильтр C1—C4L1L2RU1, пассивный корректор коэффициента мощности (микросхема не имеет встроенной функции коррекции коэффициента мощности) VD5—VD7C6C7R1 и увеличив ёмкость конденсатора C5 до 33 мкФ. Источник, собранный по схеме рис. 1, имеет следующие **технические характеристики**:

Входное переменное напряжение, В ....165...265
Выходной ток, мА 350
Нестабильность выходного тока (зависимость от входного напряжения), %, не более 3
Интервал выходного напряжения, В ....60...110
КПД, %, не менее 93
Коэффициент пульсаций светового потока, % 1
Коэффициент потребляемой мощности (PF) 0,91

В момент подачи сетевого напряжения встроенный в микросхему DA1 полевой транзистор открыт. Ток протекает по цепи: плюс диодного моста (корректора коэффициента мощности), сток полевого транзистора (выводы 5 и 6 микросхемы DA1), исток (вывод 8), токоизмерительный резистор R2—R4, дроссель L3, нагрузка, минус диодного моста. В это время дроссель накапливает энергию, одновременно заряжается конденсатор C10. Когда полевой транзистор закроется, нагрузка начнёт питаться запасённой в конденсаторе C10 энергией, а дроссель L3 станет поддерживать ток через диод VD9, подпитывая конденсатор C10. Микросхема DA1 контролирует напряжение на конденсаторе C10 через делитель R8R9C8. Вывод 8 микросхемы является одновременно и истоком полевого транзистора, и входом токоизмерительной цепи. Падение напряжения на датчике тока R2—R4 служит для контроля микросхемой протекающего через полевой транзистор и нагрузку тока. Моменты открывания и закрывания коммутирующего полевого транзистора за-

висят от уровней напряжения на выводах 8 и 2 микросхемы. Запуск и питание микросхемы осуществляются через делитель R5—R7. Цепь R10VD8, подключённая к выводу 4 микросхемы, — дополнительное питание в рабочем режиме. Три параллельно включённых резистора R2—R4 позволяют выставить выходной ток с большой точностью. При желании можно обойтись и одним резистором мощностью 0,5 Вт. Более подробно работа микросхемы и её параметры описаны в [3].

Печатная плата источника питания разрабатывалась для установки в низкопрофильный потолочный светильник. Высота печатной платы с установленными на ней всеми элементами, определяемая высотой дросселя L3, равна 16 мм. Внешний вид платы собранного устройства показан на **рис. 2** и **рис. 3**. Чертёж платы приведён на **рис. 4**, а расположение элементов — на **рис. 5**. Дроссель L3 индуктивностью 0,9 мГн выполнен на стандартном малогабаритном магнитопроводе E16/8/5 (материал N87 или аналогичный) с немагнитным зазором 0,9 мм. Его обмотка содержит 186 витков провода диаметром 0,3 мм. Дроссель помехоподавляющего фильтра L2 имеет индуктивность 30 мГн. Он намотан на стандартном малогабаритном магнитопроводе E10/5,5/5, каждая обмотка содержит по 110 витков провода диаметром 0,2 мм. Можно применить подходящий по размерам стандартный дроссель от фильтра импульсного источника питания. Гантелевидный дроссель L1 — стандартный, подходящего размера, с индуктивностью 3 мГн и допустимым током не менее 150 мА. Вместо диодов SMA4007 (VD1—VD4) можно использовать любые малогабаритные выпрямительные для поверхностного монтажа с допустимым обратным напряжением не менее 400 В. Диоды корректора мощности VD5—VD7, а также VD8 — малогабаритные быстродействующие FR107FH в исполнении для поверхностного монтажа или аналогичные. Диод VD9 — сверхбыстродействующий HS1K или аналогичный. Для выходного тока 350 мА резисторы токоизмерительного шунта R2—R4 должны иметь сопротивление 1,6 Ом каждый.

Правильно собранное устройство начинает работать сразу, однако в целях безопасности первый запуск лучше производить через последовательно включённую лампу накаливания.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лазарев В.** Источник питания на UCC28810 для светодиодного светильника мощностью 18...48 Вт. — Радио, 2016, № 7, с. 18—23.

2. **Лазарев В.** Усовершенствованный источник питания на UCC28810 для светодиодных светильников. — Радио, 2016, № 9, с. 32—34.

3. BP2857D Non-isolated Buck Offline LED Driver. — URL: **http://www.bpsemi.com/en/Data/BP2857D_EN_DS_Rev.1.0.pdf** (07.11.16).

Стабилизированные ИИП из ЭПРА от люминесцентной лампы. Часть 1

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В журнале было опубликовано немало устройств, собранных из деталей вышедших из строя компактных люминесцентных ламп (КЛЛ). Автор, продолжая эту тему, предлагает варианты стабилизированных импульсных источников питания (ИИП), изготовленных на основе электронных пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА) подобных ламп.

ЭПРА (его иногда называют электронным балластом) от компактных люминесцентных ламп представляет определённый интерес для радиолюбителей и не только как источник радиодеталей [1—3], но и как основа для построения, в первую очередь, импульсных источников питания. Дело в том, что довольно часто в КЛЛ выходит из строя не ЭПРА, а собственно газоразрядная лампа. Поэтому у радиолюбителей возникает естественное желание использовать ещё исправное электронное устройство. Превратить ЭПРА в ИИП относительно несложно, и описания таких устройств можно найти в Интернете или печатных изданиях. Большинство вариантов сводилось к доработке или замене токоограничивающего дросселя трансформатором [4—6]. В этом случае можно собрать нестабилизированный ИИП с весьма высоким КПД. Для получения стабилизированного выходного напряжения предлагалось применить линейный стабилизатор, а это существенно снижает КПД.

Представляет интерес доработка ЭПРА, превращающая его в стабилизированный ИИП. Как оказалось, сделать это можно сравнительно несложно. Схема простого стабилизированного ИИП показана на **рис. 1.1**. В этом конкретном случае применён ЭПРА от КЛЛ мощностью 30 Вт фирмы Vito. Позиционные обозначения его элементов приведены в соответствии с маркировкой на печатной плате, а вновь введённых элементов (показаны зелёным и синим цветами) — продолжены. Элементы D7, D8 на плате ЭПРА не установлены, хотя места для них есть, поэтому и на схеме они не показаны. Вторичная обмотка штатного дросселя L2 выделена зелёным цветом, поскольку дроссель доработан.

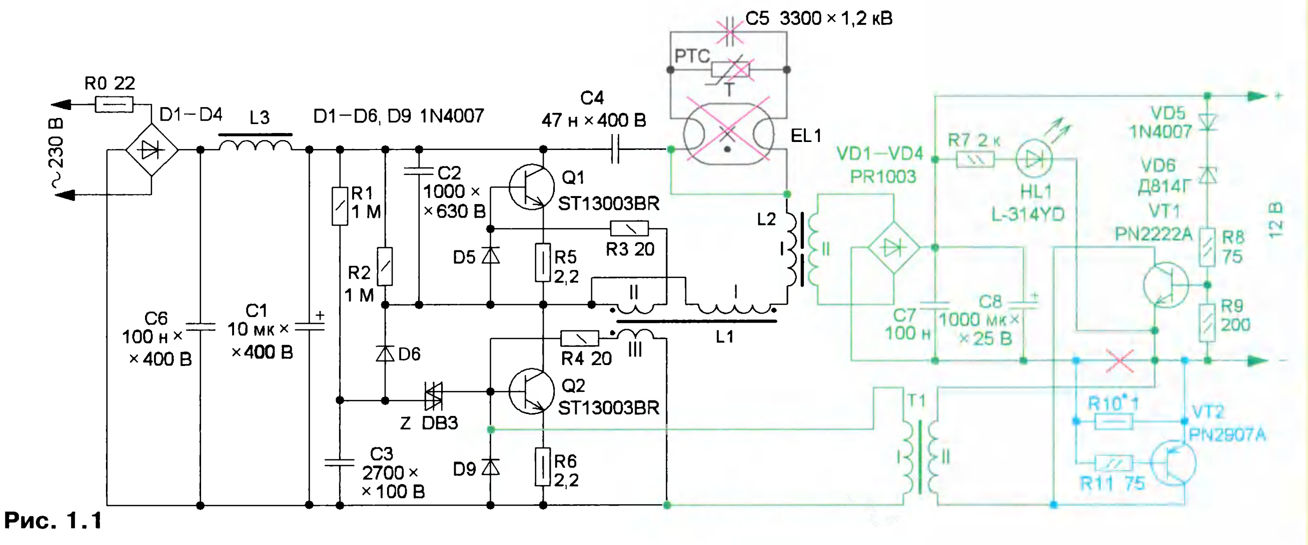


Рис. 1.1

В большинстве случаев ЭПРА содержит автогенератор на двух биполярных транзисторах Q1 и Q2 с трансформаторной связью и цепь поджигания газоразрядной лампы. Поскольку, как правило, транзисторы работают без начального смещения на базе, для запуска автогенератора использован релаксационный RC-генератор на динисторе Z. После запуска автогенератора RC-генератор затормаживается. Такое построение позволяет выключать автогенератор, блокируя базовую цепь одного из транзисторов, к которому подключён RC-генератор. После разблокирования автогенератор включится автоматически. Для реализации этого способа целесообразно применить элемент, обеспечивающий гальваническую развязку между этим транзистором и источником управляющего сигнала. Подойдут оптопары, но не любые, а с малым сопротивлением открытого выходного канала, например, оптопары с полевым транзистором в выходном каскаде, но они, как правило, весьма недешевы.

Поэтому был применён более простой и дешёвый вариант, суть которого заключается в следующем. Между базой и эмиттером включают первичную обмотку импульсного трансформатора T1, индуктивность которой такова, что практически не влияет на работу автогенератора. Если теперь вторичную (точно такую же) обмотку замкнуть, эквивалентная индуктивность первичной уменьшится в несколько раз, и она зашунтирует эмиттерный переход транзистора, в результате чего автогенератор прекратит работу. Сделать такой трансформатор не составит особого труда. Для него подойдёт кольцевой ферритовый магнитопровод диаметром 8...10 мм от трансформатора ЭПРА КЛЛ. Если магнитопровод покрыт изоляцией, для обмоток (по 8...12 витков на противоположных сторонах кольца) можно применить провод ПЭВ-2 диаметром 0,4...0,6 мм. Если магнитопровод неизолирован, одну из обмоток следует намотать проводом в ПВХ или фторопластовой изоляции. Соответственно необходимо доработать дроссель L2, превратив его в трансформатор.

Следует отметить, что можно обойтись без дополнительного импульсного трансформатора вообще, намотав обмотку непосредственно на кольцевом магнитопроводе трансформатора (не дросселя!) ЭПРА. Но это не всегда возможно, поскольку зачастую на нём просто нет свободного места — окно полностью занято обмотками. Поэтому в дальнейшем рассмотрим варианты ИП с импульсным трансформатором.

Импульсное напряжение вторичной обмотки доработанного дросселя L2 выпрямляет диодный мост на быстродействующих выпрямительных диодах VD1—VD4. Пульсации сглаживают конденсаторы C7 и C8. В исходном состоянии транзистор VT1 закрыт, поэтому после подачи сетевого напряжения начинает работать автогенератор на транзисторах Q1, Q2. Конденсаторы C7 и C8 заряжаются, и когда напряжение на них превысит напряжение стабилизации стабилитрона VD6 плюс напряжение база—эмиттер транзистора VT1, последний открывается и шунтирует вторичную обмотку трансформатора T1. В результате эмиттерный переход транзистора Q1 также будет зашунтирован и автогенератор перестанет работать. В этот момент нагрузка питается энергией, запасённой в конденсаторах C7 и C8, напряжение на которых уменьшается. После снижения этого напряжения на несколько десятых долей вольта транзистор VT1 закроется и автогенератор запустится импульсом с выхода RC-генератора. Поэтому форма выходного напряжения ИИП — пилообразная, а амплитуда пульсаций может достигать сотен милливольт. Частота включения—выключения в основном зависит от ёмкости конденсатора C8 и тока, потребляемого нагрузкой. Чем больше ток и меньше ёмкость, тем больше частота. У действующего макета ИИП при ёмкости конденсатора C8 220 мкФ частота включения—выключения — около 500 Гц, с увеличением его ёмкости до 470 мкФ она уменьшается примерно вдвое.

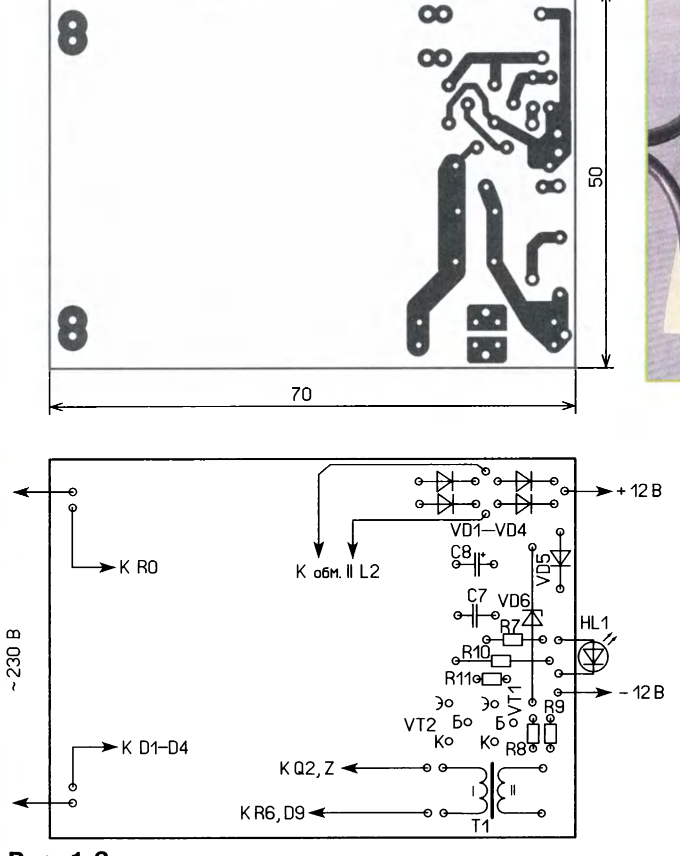


Рис. 1.2

Рис. 1.3

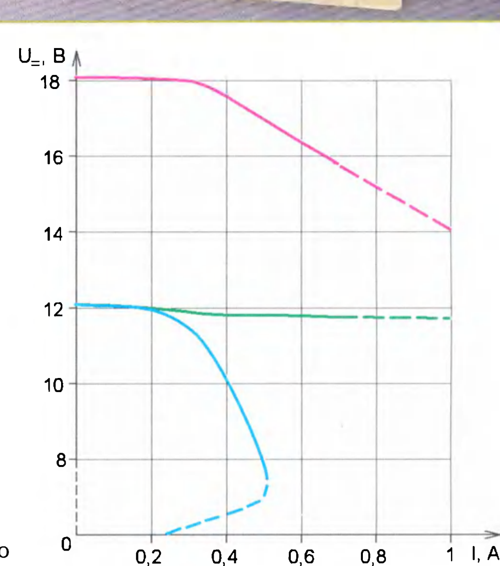


Рис. 1.4

В отличие от ИИП с ШИ-регулированием, где скважность импульсов может меняться в значительных пределах, в предлагаемом устройстве происходит включение—выключение автогенератора, а скважность его импульсов остаётся практически неизменной и близка к двум. Здесь следует отметить, что чем больше скважность импульсов, тем больше в них высокочастотных составляющих и выше их относительный уровень. Поэтому ИИП с ШИ-регулированием потенциально являются бóльшим источником ВЧ-помех и требуют установки более эффективных фильтров по цепям питания.

Значение выходного напряжения определяется в основном напряжением трансформатора T1, останавливая работу автогенератора. Подборкой этого резистора устанавливают порог срабатывания защиты $I_{защ}$ = (0,6...0,7)/R10. Если защита по току не нужна, эти детали не устанавливают.

Все элементы устройства смонтированы на основной односторонней печатной плате толщиной 1...1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 1.2**. Плата ЭПРА обрезана по краю, где удалены элементы C5, PTC и штыри для подключения выводов газоразрядной лампы. После проверки работоспособности её приклеивают к основной плате. В ИИП применены постоянные резисторы Р1-4, С2-23 и импортные, оксидный конденсатор — импортный, С7 — керамиче-

В штатном дросселе (индуктивность 4 мГн) ЭПРА не хватало места для намотки вторичной обмотки, поэтому его пришлось разобрать. Он намотан на каркасе с ферритовым магнитопроводом типоразмера ЕЕ 19/8/5. Зазор (приблизительно 0,8...1 мм) между двумя частями магнитопровода (они склеены) сделан с помощью картонной прокладки. Для разборки дроссель нагревают. Если каркас изготовлен из термореактивной пластмассы, сделать это можно с помощью паяльника или фена от паяльной станции. Если каркас изготовлен из термопластичной пластмассы, необходимо дроссель несколько минут подержать в кипящей воде.

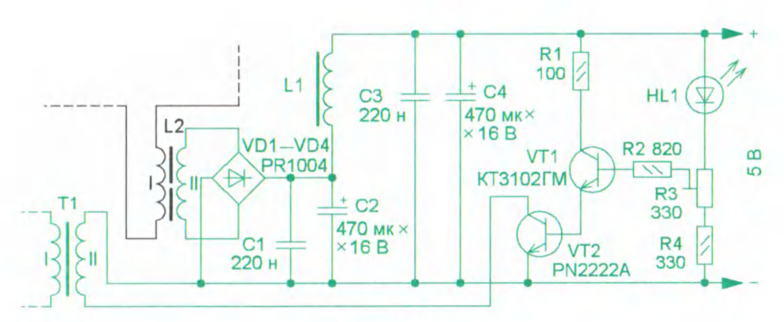


Рис. 1.5

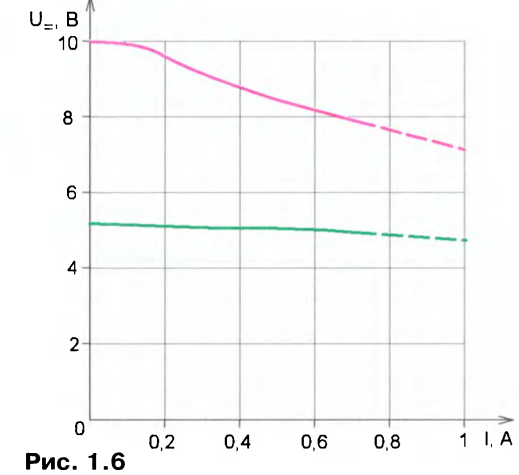
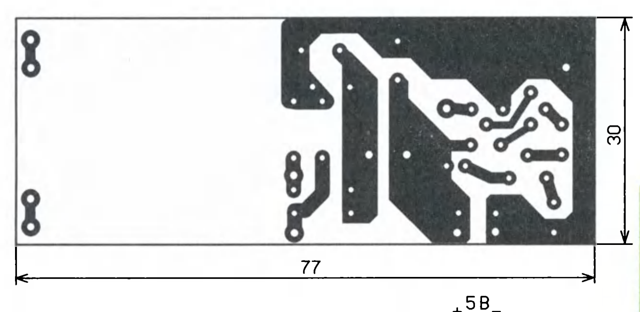


Рис. 1.6



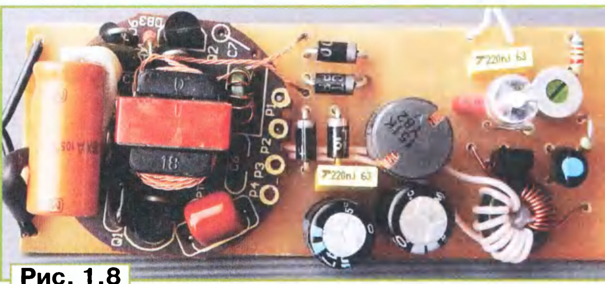


Рис. 1.8

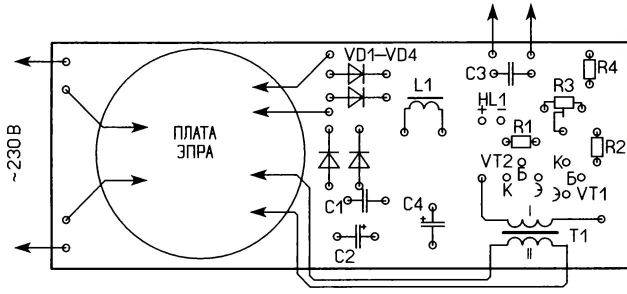


Рис. 1.7

стабилизации стабилитрона VD6. Поэтому требуемое напряжение можно получить его подборкой. Кроме того, на плате предусмотрено место для дополнительного диода VD5, установка которого позволяет увеличить выходное напряжение на 0,5...0,6 В. В исходном состоянии взамен этого диода следует установить проволочную перемычку.

Для введения в ИИП защиты по току в разрыв минусовой линии питания следует установить элементы VT2, R10 и R11 (изменения выделены синим цветом). Когда напряжение на резисторе R10 превысит 0,6...0,7 В, транзистор VT2 открывается и шунтирует вторичную обмотку

ский или плёночный. Выпрямительные диоды — импульсные (желательно Шотки) с допустимым прямым током не менее 1 А и обратным напряжением не менее 50 В. Транзисторы — средней мощности соответствующей структуры с допустимым током коллектора не менее 500 мА и малым напряжением насыщения коллектор—эмиттер.

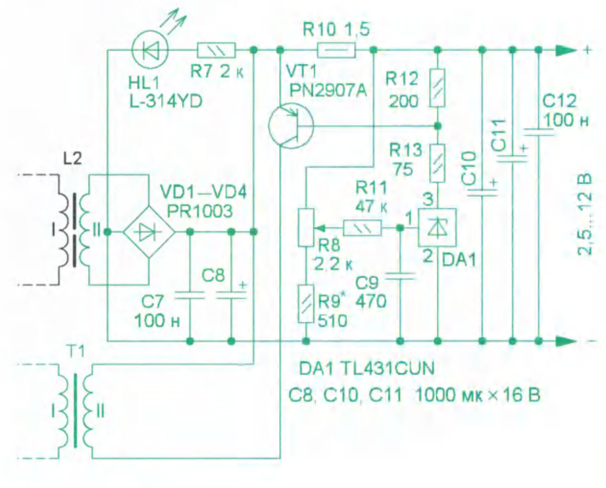


Рис. 1.9

Сначала на каркас наматывают первичную обмотку — 250 витков провода ПЭПЛОТ 0,16. Затем вторичную — 25 витков вчетверо сложенным и свитым таким же проводом. Этот провод имеет повышенную механическую и электрическую (1,5 кВ) прочность изоляции, поэтому прокладки между обмотками нет. В случае применения других обмоточных проводов (например, у ПЭЛ или ПЭВ-1 напряжение пробоя изоляции — 500 В) межобмоточная изоляционная прокладка обязательна. Её можно сделать из лакоткани или трансформаторной бумаги. Обе части магнитопровода склеивают с зазором (два слоя писчей бумаги) и затем скрепляют липкой лентой. В результате индуктивность первичной обмотки увеличилась с 4 до 6,5 мГн.

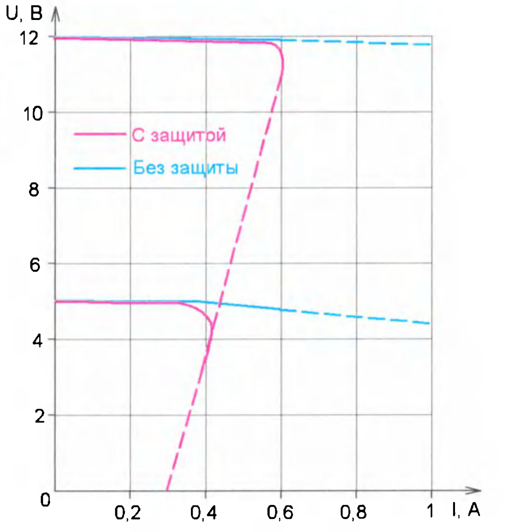


Рис. 1.10

Внешний вид смонтированного устройства показан на **рис. 1.3**. Для платы следует подобрать подходящий по размерам корпус из пластмассы. Зависимости выходного напряжения ИИП от тока нагрузки для различных вариантов показаны на **рис. 1.4**. Красная кривая — зависимость выходного напряжения от тока без режима стабилизации и ограничения тока, зелёная — для режима стабилизации напряжения. Небольшой провал в середине кривой обусловлен возрастанием пульсаций выходного напряжения. Синяя кривая — для режима стабилизации и ограничения тока (R10 = = 2,2 Ом). Следует отметить, что суммарное сечение проводов вторичной обмотки недостаточно для выходного тока более 0,5...0,6 А, поэтому не следует превышать этого значения, кривые при этом показаны штриховой линией. Если взамен доработанного дросселя применить импульсный трансформатор с более мощной вторичной обмоткой, с указанным ЭПРА выходной ток может достигать 1,5...2 А. Амплитуда пульсаций зависит от выходного тока и изменяется от 0,25 до 0,6 В, а их частота определяется частотой работы автогенератора и периодичностью его включения—выключения. Для уменьшения выходного напряжения необходимо применить стабилитрон с меньшим напряжением стабилизации.

Если требуется ИИП с напряжением 5 В и меньшим выходным током, для него можно применить ЭПРА от маломощной КЛЛ. Схема такого варианта ИИП показана на **рис. 1.5**. Использован ЭПРА от КЛЛ мощностью 9 Вт неизвестного производителя, а подключение проведено аналогично описанному выше. Здесь применён LC-фильтр, который подавляет пульсации напряжения с частотой автогенератора. Взамен стабилитрона использован светодиод HL1, который одновременно индицирует работу устройства. Устанавливают точно выходное напряжение подстроечным резистором R3. Когда выходное напряжение достигнет установленного значения, транзисторы открываются и VT2 шунтирует вторичную обмотку трансформатора T1, останавливая работу автогенератора ЭПРА. После снижения выходного напряжения транзисторы закрываются и автогенератор включается. Зависимости выходного напряжения от тока нагрузки этого ИИП показаны на **рис. 1.6**. Красным цветом выделена зависимость без режима стабилизации выходного напряжения, зелёным — с этим режимом. Амплитуда пульсаций изменяется от 75 до 300 мВ. Максимальный выходной ток — 1,5 А. Но на него не рассчитана вторичная обмотка доработанного дросселя L2, поэтому такой режим был кратковременным.

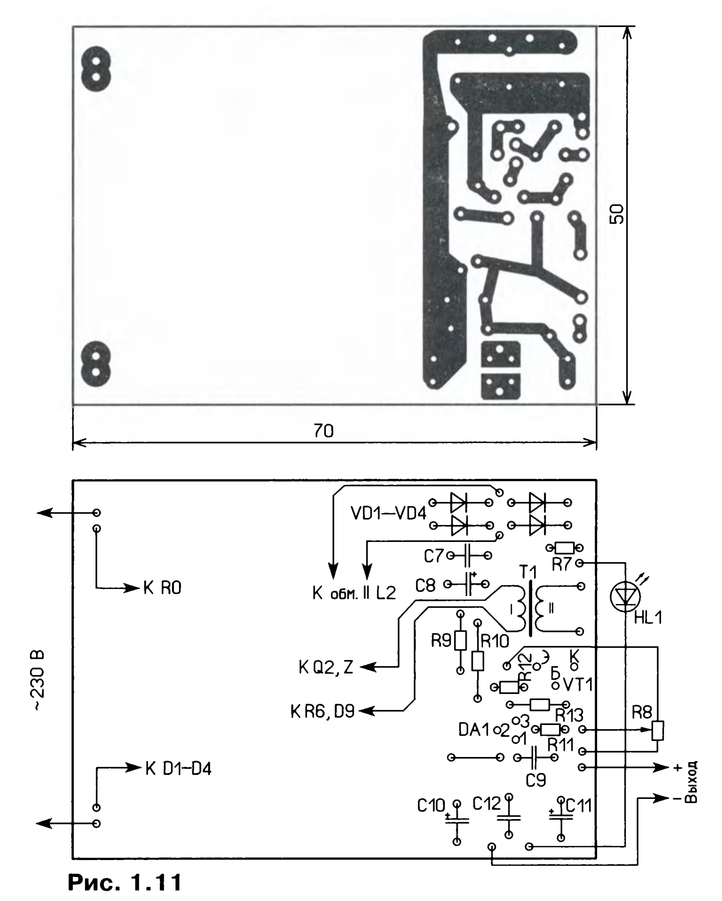


Рис. 1.11



Рис. 1.12

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2017

Чертёж основной платы показан на **рис. 1.7**, к ней приклеена плата ЭПРА. В устройстве можно применить маломощный светодиод белого свечения, подстроечный резистор — СП3-19 или импортный, дроссель — серии RLB1314 (или аналогичный) индуктивностью 47...470 мкГн, рассчитанный на ток, потребляемый нагрузкой. Дроссель применённого ЭПРА позволил намотать вторичную обмотку (25 витков втрое сложенного провода ПЭПЛОТ 0,16) без разборки. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 1.8**.

Использование в стабилизаторе транзистора, стабилитрона или светодиода не обеспечивает высокой стабильности выходного напряжения, к тому же термостабильность в этом случае не очень высока. Но для некоторых применений этого вполне достаточно. Более высокую стабильность выходного напряжения можно получить, если применить стабилизатор напряжения на микросхеме. Кроме того, источник питания можно сделать регулируемым. Схема такого варианта приведена на **рис. 1.9**. В нём применён ЭПРА, схема которого показана на рис. 1.1, поэтому нумерация элементов продолжена. Выходное напряжение контролирует микросхема DA1 — параллельный стабилизатор напряжения. Когда на её управляющем входе (вывод 1) напряжение превысит 2,5 В, ток через микросхему резко увеличивается, транзистор VT1 открывается и шунтирует вторичную обмотку трансформатора Т1. В результате автогенератор прекращает работу. Благодаря тому, что передаточная характеристика микросхемы близка к прямоугольной, а пороговое напряжение стабильное, выходное напряжение также поддерживается стабильным. При этом можно уменьшить пульсации выходного напряжения. Выходное напряжение устанавливают переменным резистором R8 в интервале 2,5...12 В. От его значения соответствующим образом изменяется и работа автогенератора ЭПРА. Верхний предел интервала устанавливают подборкой резистора R9.

На транзисторе VT1 собран ещё и узел защиты по току. Как только напряжение на резисторе R10 превысит 0,6..0,7 В, этот транзистор откроется и остановит работу автогенератора ЭПРА, ограничив выходной ток. Подборкой этого резистора можно установить его максимальное значение. Зависимости выходного напряжения 5 и 12 В этого ИИП от тока нагрузки показаны на **рис. 1.10**. Амплитуда пульсаций — от 50 до 200 мВ. Чертёж платы для этого варианта показан на **рис. 1.11**, а внешний вид смонтированного устройства — на **рис. 1.12**.

Скорее всего, радиолюбителям придётся дорабатывать ЭПРА совсем от других КЛЛ, схемы и номиналы элементов которых будут другими. Поэтому рекомендации по доработке носят общий характер. На плате ЭПРА удаляют конденсатор (С5 на рис. 1.1), в некоторых КЛЛ параллельно этому конденсатору установлен позистор РТС, который тоже удаляют, и штыри, на которые намотаны выводы газоразрядной лампы. Затем выпаивают дроссель. Если у него есть свободное место для намотки вторичной обмотки, это упростит изготовление трансформатора. Число витков придётся подобрать экспериментально для получения необходимого напряжения на выходе выпрямителя. Оно должно превышать требуемое напряжение стабилизации на 15...20 % при максимальном токе нагрузки. При этом провод для вторичной обмотки должен иметь надёжную механически прочную изоляцию и площадь сечения, достаточную для обеспечения требуемого выходного тока. Следует отметить, что в каждом конкретном случае необходимо экспериментально подобрать число и соотношение витков трансформатора Т1. Уменьшение числа витков приводит к срыву работы автогенератора, а увеличение — к невозможности управления его работой. Кроме того, разные ЭПРА могут по-разному реагировать на такой способ управления их работой. В ходе эксперимента следует периодически контролировать температуру корпусов транзисторов автогенератора ЭПРА и не допускать их перегрева. В случае необходимости их можно снабдить теплоотводами. При проведении экспериментов последовательно с ЭПРА рекомендую включить лампу накаливания мощностью 60...95 Вт, которая будет выполнять защитную функцию, кроме того, не следует забывать о правилах техники безопасности, поскольку элементы автогенератора находятся под напряжением сети.

Из-за наличия пульсаций выходного напряжения такой источник питания целесообразно применять для питания устройств, нечувствительных к ним, например, для низковольтных светодиодных ламп или лент, а также в зарядных устройствах. Уменьшить пульсации и повысить стабильность выходного напряжения можно, если в стабилизаторе применить линейный стабилизатор напряжения на специализированной микросхеме. Установить её следует с учётом возможности управления работой автогенератора ЭПРА. Но об этом подробнее в следующей части статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Из деталей энергосберегающих люминесцентных ламп... — Радио, 2012, № 6, с. 26—28.
2. **Нечаев И.** Симисторный регулятор мощности и автомат управления освещением. — Радио, 2012, № 9, с. 31, 32.
3. **Захаров Д.** Из деталей КЛЛ. Вторая жизнь трансформаторов и дросселей. — Радио, 2016, № 12, с. 24, 25.
4. **Стрюков В.** Малогабаритный блок питания из электронного балласта. — Радио, 2004, № 3, с. 38, 39.
5. **Нечаев И.** Лампа-автомат для дежурного освещения. — Радио, 2016, № 11, с. 28—30.
6. Импульсный блок питания из энергосберегающей лампы. — URL: **http://www.ruqrz.com/impulsnyj-blok-pitaniya-iz-energosbe/** (20.09.16).

Фрикционный верньер для радиоприёмника

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

Для точной настройки радиоприёмника на частоту принимаемой радиостанции необходим верньер — механизм, преобразующий вращение ручки настройки в поворот органа настройки (например, ротора КПЕ) на относительно малый угол. Для успешного выполнения своих функций верньер должен обладать достаточным передаточным отношением и практически не иметь люфта. Предлагаемый фрикционный механизм имеет передаточное число около шести и предназначен для работы с самодельным КПЕ с воздушным диэлектриком, описанным автором в "Радио", 2016, № 12, с. 28, 29 (надо только между корпусом КПЕ и шасси приёмника поместить прокладку толщиной 6 мм). Из материалов для его изготовления понадобятся листовой стеклотекстолит толщиной 1; 1,2; 1,5, 2 и 6 мм (вместо стеклотекстолита толщиной 6 мм можно использовать органическое стекло или полистирол такой же толщины), ДВП толщиной 6 мм, полоска прозрачного органического стекла толщиной 1,5...3 мм, отрезок тонкостенной латунной трубки внешним диаметром 7 мм (автор использовал колено телескопической антенны), эпоксидный клей и стандартный крепёж (винты и гайки М3, несколько винтов-саморезов и шурупов), а из инструментов — ножовка по металлу, напильники, электродрель, набор свёрл и комплект метчиков для нарезания резьбы М3.

Устройство верньера показано на **рис. 1**. Ведущий диск, состоящий из склеенных между собой двух стеклотекстолитовых дисков 27, такого же числа шайб 28 и прокладки 29, приклеен к валику 3, на левом (по рисунку) конце которого закреплена ручка настройки 2. Валик вращается в подшипниках 4 и 18, привинченных к пластинам 5 и 20, которые, в свою очередь, закреплены на шасси приёмника 26. Перемещению валика в осевом направлении препятствуют надетые на него шайбы 22 и запрессованные при сборке штифты 21.

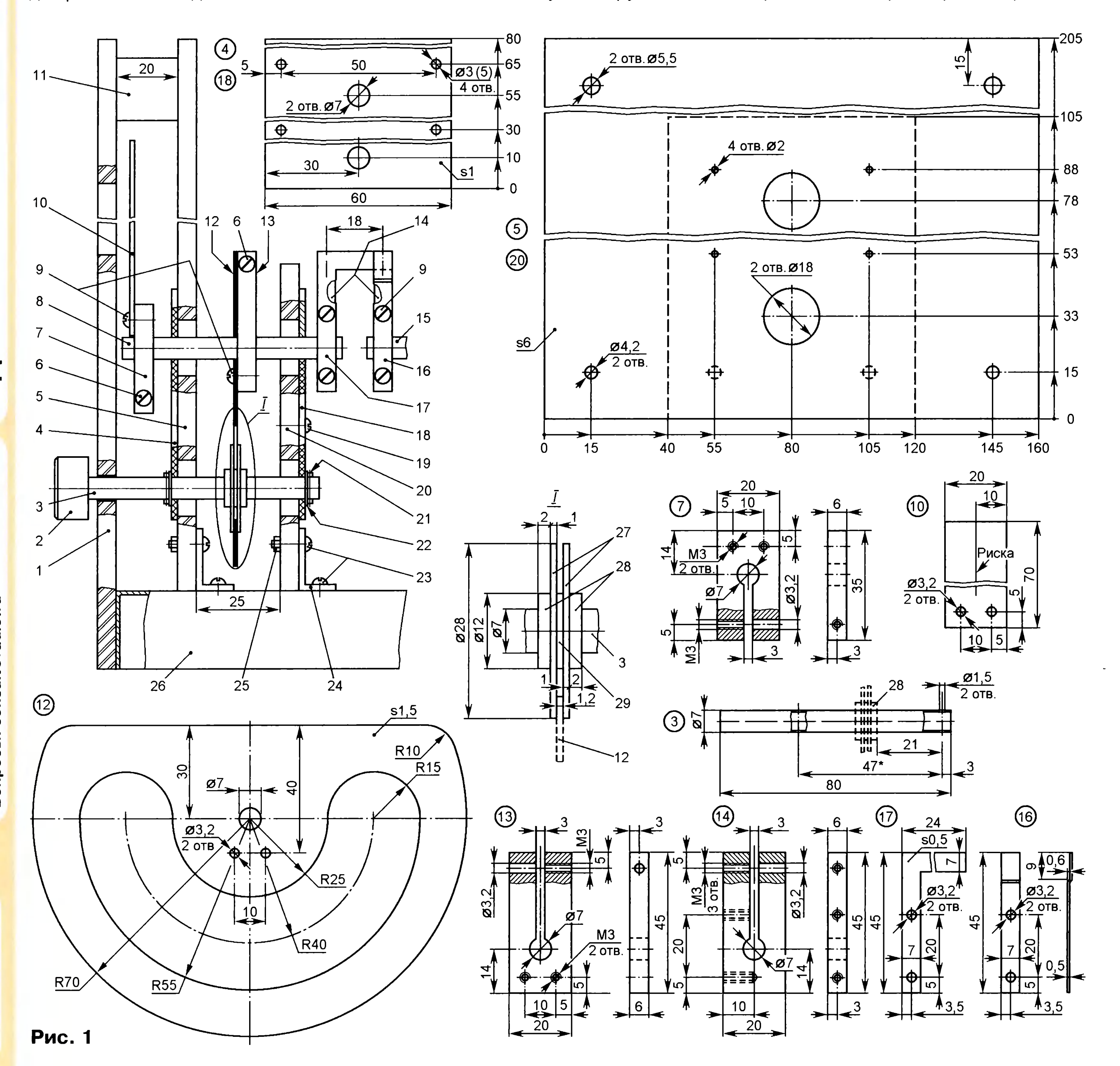


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

При вращении ручки настройки 2 крутящий момент за счёт трения передаётся от ведущего диска к ведомому 12, закреплённому с помощью держателя 13 и винтов 9 на валике 8. Диск 12 изготовлен из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Большая площадь выреза под ведущий диск делает его гибким, что компенсирует возможную несоосность валиков 3 и 8 и неплоскостность дисков 27 и 12. На одном конце валика 8 с помощью держателя 7 и винтов 9 закреплена прозрачная стрелка шкалы 10 (её наблюдают через окно в передней стенке корпуса радиоприёмника 1), на другом — соединяющая его с валиком 15 ротора КПЕ муфта, состоящая из двух держателей 14 и закреплённых на них винтами 9 плоских пружин 16 и 17. Этот узел механизма предназначен для компенсации несоосности валика 8 и ротора КПЕ.

Рис. 1. Устройство фрикционного верньера: **1** — передняя стенка корпуса приёмника, ДВП, крепить к бруску 11 шурупами 3×20, а к шасси 26 — винтами 23 с гайками 25; **2** — ручка настройки; **3** — валик ведущего диска, трубка латунная (колено телескопической антенны); **4** — подшипник 1, стеклотекстолит толщиной 1,5 мм, крепить к дет. 5 винтами 19; **5** — пластина большая, ДВП, крепить к шасси 26 с помощью уголков 24 и винтов 23 с гайками 25, а к бруску 11 — шурупами 3×20; **6** — винт М3×15, 4 шт.; **7** — держатель стрелки 10, стеклотекстолит (органическое стекло, полистирол) толщиной 6 мм; **8** — валик ведомого диска, трубка латунная с наружным диаметром 7 мм (колено телескопической антенны); **9** — винт М3×6, 8 шт.; **10** — стрелка, стекло органическое толщиной 1,5...2 мм, крепить к дет. 7 винтами 9; **11** — брусок 20×20 мм, древесина; **12** — диск ведомый, стеклотекстолит толщиной 1,5 мм, крепить к держателю 13 винтами 9; **13** — держатель ведомого диска, стеклотекстолит (органическое стекло, полистирол) толщиной 6 мм; **14** — зажимы муфты передачи вращения от верньера к ротору КПЕ, стеклотекстолит (органическое стекло, полистирол) толщиной 6 мм; **15** — валик ротора КПЕ; **16**, **17** — детали муфты, латунь, бронза толщиной 0,5 мм, крепить к деталям 14 винтами 9; **18** — подшипник 2 (отличается от подшипника 1 диаметром отверстий под крепёжные винты, указан на чертеже в скобках), стеклотекстолит толщиной 1,5 мм, крепить к дет. 20 винтами 19; **19** — винт самонарезающий М3×8, 8 шт.; **20** — пластина малая (её контур и отверстия под винты крепления к уголкам показаны на чертеже пластины 5 штриховыми линиями), ДВП, крепить к шасси 26 с помощью уголков 24 и винтов 23 с гайками 25; **21** — штифт стальной, 2 шт., запрессовать в дет. 3 при окончательной сборке верньера; **22** — шайба стальная с внутренним диаметром 7 мм, 2 шт., надеть на дет. 3 перед запрессовкой штифта 21; **23** — винт М3×12, 8 шт.; **24** — уголок мебельный, 4 шт., крепить к пластинам 5, 20 и шасси 26 винтами 23 с гайками 25; **25** — гайка М3, 10 шт.; **26** — шасси приёмника, крепить к стенке 1 винтами 23 с гайками 25; **27** — щека ведущего диска, стеклотекстолит толщиной 1,5 мм, 2 шт., клеить к дет. 3 и 28 эпоксидным клеем; **28** — шайба, стеклотекстолит толщиной 2 мм, 2 шт., клеить к дет. 3 и 27 эпоксидным клеем; **29** — прокладка, стеклотекстолит толщиной 1,2 мм, клеить к дет. 3 и 27 эпоксидным клеем.

При изготовлении деталей верньера следует особое внимание уделить сверлению отверстий диаметром 7 мм в деталях 4, 7, 12—14 и 18. Во-первых, их рекомендуется вначале просверлить сверлом диаметром на 2...3 мм меньшим, чем требуется, и только затем рассверлить до нужного диаметра хорошо заточенным сверлом. А во-вторых, постараться обеспечить перпендикулярность осей этих отверстий плоскости названных деталей. Лучше всего использовать готовый или изготовить самому специальный держатель дрели, обеспечивающий перпендикулярность оси сверла к плоскости обрабатываемых деталей. Все отверстия в парных деталях (подшипники 4 и 18, пластины 5 и 20) рекомендуется сверлить совместно, соединив их при обработке в один общий пакет. Пропил шириной примерно 3 мм в деталях 7, 13 и 14 делают ножовкой по металлу.

Рис. 2



Сборку механизма начинают с узла ведущего диска. Его детали 27—29 склеивают одну с другой и с валиком 3 эпоксидным клеем. Поскольку необходимое для работы верньера трение между дисками 12 и 27 возникает из-за деформации последних, толщину прокладочной шайбы 29 следует подобрать так, чтобы после склеивания зазор между дисками 27 был на 0,2...0,3 мм меньше фактической толщины диска 12.

Далее привинчивают к пластинам 5 и 20 подшипники 4, 18 и уголки 24, а к диску 12 — держатель 13 (для крепления первых используют винты-саморезы 19, вторых — винты 23 с гайками 25, третьего — винты 9). После этого продевают валик 3 с ведущим диском через полукруглый вырез в ведомом диске, затем через нижние (по рисунку) отверстия подшипников 4 и 18 и устанавливают узел ведущего диска на шасси 26 с таким расчётом, чтобы пластины 5 и 20 находились на расстоянии примерно 25 мм одна от другой. Немного отпустив винты крепления подшипника 18 и изменяя в небольших пределах его положение относительно пластины 20 (диаметр отверстий под винты 19 вполне позволяют это сделать), добиваются лёгкого с минимальным трением вращения валика 3, после чего на его выступающие за пределы подшипников концы надевают металлические шайбы 22 и фиксируют его положение в осевом направлении штифтами 21. Осевой люфт при необходимости выбирают подбором толщины шайб.

Далее в зазор между дисками 27 снизу вставляют кромку выреза диска 12 и через свободные (верхние по рисунку) отверстия подшипников и отверстие держателя 13 продевают валик 8. Зажав его в держателе 13 винтом 6, закрепляют на конце валика 3 ручку 2 и проверяют механизм в работе — при его нормальной работе удержать валик 8 пальцами руки при вращении ручки 2 практически невозможно.

Завершают сборку установкой на валике 8 держателя 7 с предварительно закреплённой на нём винтами 9 стрелкой 10 и держателя 14 с пружиной 17. Вторую часть муфты — держатель 14 с пружиной 16 — устанавливают на валике 15 ротора КПЕ, после чего проверяют работу верньера в целом.

Переднюю стенку 1 крепят к стенке шасси 26 винтами с гайками, а к пластине 5 — шурупами, ввинченными в брусок 11.

Материалы деталей и некоторые технологические указания по сборке верньера содержатся в подписи под рис. 1. Вид на узел стыковки одного из вариантов практической конструкции верньера с КПЕ показан на **рис. 2**.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 1, 2017

Простая клавиатура

Е. ГЕРАСИМОВ, станица Выселки Краснодарского края

При разработке цифровых устройств нередко возникает потребность в простой клавиатуре. Обычно для этих целей используют малогабаритные кнопки. В корпусе устройства под них приходится сверлить отверстия, что не всегда удобно. Иногда лучшим вариантом может быть плоская и тонкая, возможно, даже гибкая клавиатура, которую можно приклеить к корпусу прибора в удобном месте. Описание такой клавиатуры представлено ниже. Для неё не требуются дорогие или дефицитные материалы, а её изготовление не займёт много времени. В качестве примера описана простая четырёхкнопочная клавиатура для блока управления сверлильным станком (необходимо подключать четыре входа устройства к источнику питания 5 В).

Из материалов потребуются тонкий фольгированный с одной стороны стеклотекстолит, тонкий (чем меньше его толщина, тем лучше) двухсторонний скотч, небольшой кусочек тонкой (это обязательное условие) алюминиевой фольги и немного плотного листового пластика, применяемого для различных упаковок (его толщина — 0,3...0,5 мм). Ещё понадобится обычный прозрачный скотч. Если нет тонкого фольгированного стеклотекстолита, его можно получить, аккуратно расслоив ножом более толстый. В этом случае сторону платы, на которой нет фольги, следует отшлифовать мелкозернистой наждачной бумагой для лучшего сцепления со скотчем. В качестве материала для контактов можно использовать фольгу от блистеров, в которые упаковывают лекарственные таблетки (её толщина — менее 0,02 мм).

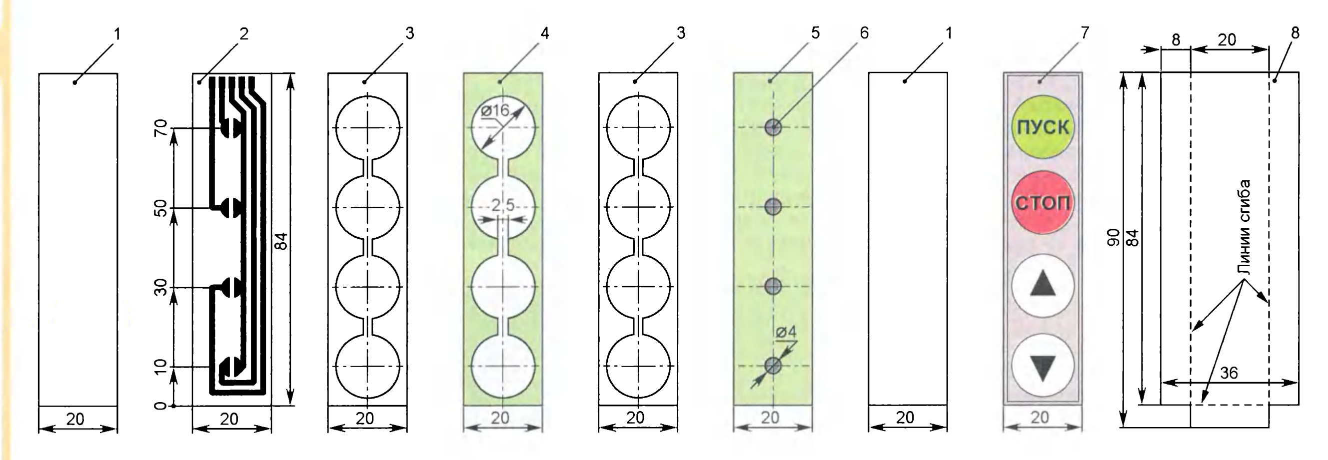
Последовательность изготовления клавиатуры понятна из **рисунка**. Сначала на плате из стеклотекстолита 2 методом травления (или вырезания остро заточенным ножом) получают печатные проводники с контактами и контактными площадками и тщательно их полируют. Прокладку 4 и полоску 5 вырезают из листового пластика, а контакты 6 — из алюминиевой фольги (как и контакты на плате, они необязательно должны быть круглыми, их форма может быть любой). Контакты 6 приклеивают к полоске 5 вырезанными по их размерам кусочками двухстороннего скотча.

Далее к плате припаивают провода, предназначенные для соединения клавиатуры с коммутируемыми цепями. Лучше, если это будет ленточный кабель (в этом случае рисунок печатных площадок для припаивания проводов следует перед травлением изменить в соответствии с расстоянием между проводами кабеля). Затем с помощью клеевой прокладки 3 из двухстороннего скотча наклеивают на плату со стороны печатных проводников пластиковую прокладку 4, а на неё (ещё одной прокладкой 3) — полоску 5 с контактами 6. Полученную заготовку клавиатуры следует проверить на работоспособность, после чего уже вполне можно использовать по назначению.

Следующий этап изготовления клавиатуры — её внешнее оформление и нанесение надписей. Для этой цели можно использовать тонкую бумажную накладку 7 с нарисованными символами и (или) надписями. Лучший вариант — нарисовать контуры кнопок и надписи в любом графическом редакторе (например, в MICROSOFT VISIO), распечатать на бумаге, наклеить полученную накладку 7 прокладкой 1 из двухстороннего скотча на заготовку клавиатуры и обернуть весь "слоёный пирог" обычным прозрачным скотчем 8. Вместо скотча можно попробовать обернуть клавиатуру тонкостенной термоусаживаемой трубкой. В завершение на обратную сторону клавиатуры приклеивают ещё одну накладку 1 из двухстороннего скотча, которой приклеивают её к корпусу прибора.

Если вместо стеклотекстолита использовать гибкий фольгированный фторопласт или ему подобный материал, толщину собранного пакета клавиатуры можно довести до 1 мм и менее.

Несмотря на небольшой зазор между контактами, такая клавиатура выдерживает напряжение до 50 В (при более высоких значениях напряжения не проверялась) и работает вполне надёжно. Как и обычным кнопкам, ей свойствен "дребезг" контактов, поэтому противодребезговые меры необходимы и при её применении. Ток через контакты (при напряжении 5 В и активной нагрузке) не должен превышать 100 мА.



РАДИО® РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ
РАДИО № 1, 2017 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

Подставка-регулятор для паяльника

А. ДЫМОВ, г. Оренбург

Автор не просто изготовил автомат, регулирующий и стабилизирующий режим работы паяльника, но и разместил его в "подвале" подставки для паяльника, сэкономив место на рабочем столе.

Давний печальный опыт использования паяльника на 230 В, когда пробой изоляции между его нагревателем и жалом привёл в полную негодность ремонтируемый дорогостоящий измерительный прибор, заставил меня пересмотреть отношение к паяльному оборудованию. С тех пор использую паяльники только на 36 В с электропитанием через надёжный разделительный трансформатор.

В зависимости от размеров и массы паяемых компонентов мне приходилось использовать несколько паяльников различной мощности. Применение паяльных станций сдерживали их большие габариты и, конечно, стоимость. Были попытки включать единственный паяльник через тринисторный регулятор, чтобы в различных ситуациях пользоваться только им, но надоедливый гул трансформатора, через который паяльник был подключён к сети, заставил искать иное решение проблемы.



Рис. 1

С выбором паяльника сложности не было, ибо все, имеющиеся у меня в наличии, были только на 36 В. За основу конструкции была взята имеющаяся в продаже удобная подставка для паяльников (**рис. 1**), в которой я постарался рационально использовать пустующее пространство "подвала".

Получилась удобная в эксплуатации универсальная подставка-регулятор для паяльников мощностью до 40 Вт на напряжение 36 В. Заложенные в ней принципы можно использовать и для паяльников на другое напряжение, заменив некоторые компоненты, изменив намоточные данные дросселей, а также подкорректировав программу.

Для питания паяльника был использован доработанный "электронный трансформатор" для галогенных ламп TRS 60W (**рис. 2**), приобретённый в магазине электротоваров. В результате пришлось решать проблему снижения помех и уделить особое внимание электробезопасности.



Рис. 2

Микроконтроллеры я применяю уже давно, но на этот раз для управления паяльником и регулирования его нагрева впервые использовал модуль Arduino Pro Mini с микроконтроллером ATmega328A и кварцевым резонатором на 16 МГц, а также предназначенную для него среду разработки программ Arduino IDE.

Разработанная программа позволяет выбирать нажатием на кнопку пять режимов работы паяльника и поддерживать выбранный режим, автоматически корректируя нестабильность сетевого напряжения. Пользуясь одним и тем же паяльником, режим 1 можно применять для работы с легкоплавкими припоями, например, сплавом Вуда, а режим 5 позволяет нормально прогревать даже массивные компоненты.

Принцип регулирования основан на формуле определения текущей мощности нагревателя паяльника

$$P = I_н^2 \cdot R_н,$$

где $R_н$ — сопротивление нагревателя; $I_н$ — текущее значение тока через него. При каждом включении устройство измеряет сопротивление нагревателя паяльника и вычисляет его мощность при напряжении 36 В, на основании которой устанавливает мощность для каждого из пяти режимов: 20 % — для режима 1; 40 % — для режима 2; 60 % — для режима 3; 80 % — для режима 4; 100 % — для режима 5.

Принципиальная схема регулятора изображена на **рис. 3**. Регулирование мощности нагрева производится за счёт питания паяльника прямоугольными импульсами регулируемой скважности, следующими с частотой около 500 Гц. В качестве силового ключа использован полевой транзистор VT4, особенность которого — довольно большая ёмкость затвор—исток. Для уменьшения вызванного перезарядкой этой ёмкости затягивания перепадов управляющего сигнала, приводящего к росту рассеиваемой транзистором VT4 мощности, предназначены транзисторы VT2 и VT3.

Импульсы с выхода D9 модуля Arduino через резистор R3 управляют транзистором VT2. Высокий логический уровень открывает этот транзистор, что через диод VD1 быстро разряжает ёмкость затвор—исток транзистора VT4 и закрывает его. Одновременно будет закрыт и транзистор VT3. Низкий логический уровень с выхода D9 закроет транзистор VT2, а транзистор VT3 будет открыт током, текущим через резистор R8. Транзистор VT3 — эмиттерный повторитель с низким выходным сопротивлением — быстро заряжает ёмкость затвор—исток транзистора VT4 и открывает его.

Выход D8 Arduino использован для управления светодиодом HL1, отображающим текущий режим работы регулятора и служащий индикатором аварийных ситуаций. На выходе D7 Arduino формирует звуковые сигналы, подаваемые на пьезоэлемент HA1. Вход D2 использован для опроса состояния кнопки SB1. Когда она отпущена, программно включённый внутренний резистор микроконтроллера поддерживает на этом входе высокий логический уровень. Нажатие на кнопку делает уровень низким.

Для измерения тока, текущего через паяльник, и напряжения, из которого устройство формирует подаваемую на паяльник импульсную последовательность, использованы аналоговые входы модуля Arduino A0 и A1. Импульсное напряжение, пропорциональное току паяльника, снимают с резисторов R9—R11. Фильтр R14C8R15C9 выделяет из

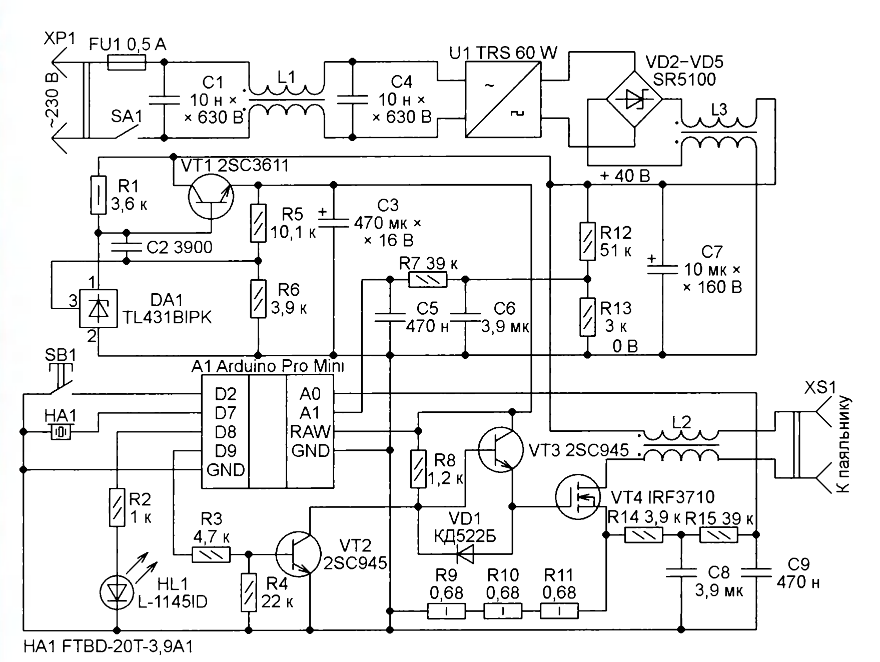


Рис. 3

него постоянную составляющую, пропорциональную среднему значению этого тока. Она поступает на вход A0. Для измерения напряжения питания использован делитель напряжения R12R13 со сглаживающим фильтром C6R7C5, постоянное напряжение с которого поступает на вход A1.

Модуль Arduino и узел управления транзистором VT4 питаются напряжением +9 В от стабилизатора на параллельном интегральном стабилизаторе DA1 и транзисторе VT1. Конечно, корректней было бы применить трансформатор с вторичной обмоткой на нужное напряжение и с выпрямителем. Но с целью упрощения напряжение +9 В получено из напряжения питания паяльника. Нужно признать, что при этом транзистор VT1 оказался самым мощным источником тепла в устройстве.

Сетевой шнур, а также шнур паяльника — хорошие антенны, способные излучать широкий спектр помех, создаваемых преобразователем напряжения в "электронном трансформаторе" U1. Для снижения уровня помех применено частичное экранирование отдельных узлов, а также использованы три синфазных помехоподавляющих фильтра на двухобмоточных дросселях L1—L3.

Первый фильтр C1L1C4 препятствует проникновению помех в питающую сеть. Дроссель L2 установлен непосредственно на выходе, к которому подключают паяльник. Фильтр L3C7 снижает уровень помех после выпрямителя. Ценное свойство таких фильтров в том, что они, не оказывая никакого влияния на рабочие дифференциальные (несимметричные) напряжение и ток, хорошо ослабляют синфазные (симметричные) помехи.

Для использования в регуляторе "электронного трансформатора" TRS 60W потребовалась его переделка. Дело в том, что в нём применена обратная связь по току нагрузки, что хорошо при использовании "трансформатора" по назначению, но не в нашем случае, поскольку такая обратная связь существенно сужает интервал допустимой нагрузки. При нагрузке мощностью менее 5...6 Вт преобразователь без доработки мог вообще не заработать. Однако несложная переделка дала ему возможность работать даже без нагрузки.

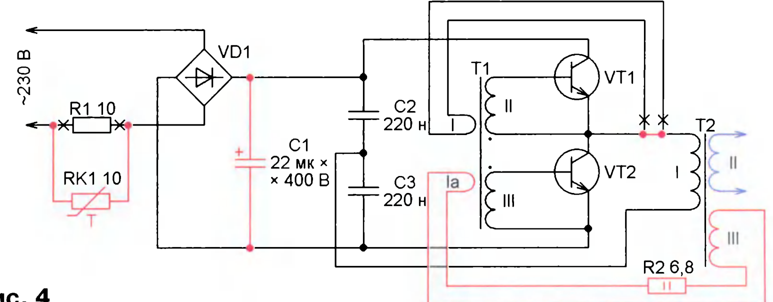


Рис. 4

Все доработки отображены на упрощённой схеме (**рис. 4**). Цепи, которые необходимо удалить, помечены на ней крестами. Вновь добавленные цепи и элементы выделены красным, а перемотанная обмотка II трансформатора T2 — синим цветом. Нумерация элементов на схеме условна и может не совпадать с их маркировкой на плате устройства.

Прежде всего необходимо выпаять трансформатор T2 и удалить с него обмотку II. Для большей надёжности и повышения электробезопасности рекомендую поверх обмотки I нанести несколько слоёв изоляции из фторопластовой плёнки, нарезанной лентами шириной 10 мм, а на выводы этой обмотки надеть тонкие пластиковые трубки.

Для новой обмотки II я использовал провод МГТФ-0,35, которым намотал 36 витков. Для фиксации выводов вторичной обмотки рекомендуется надеть на них общую термоусаживаемую трубку и прогреть её феном. После этого можно впаять трансформатор на своё место.

На сетевом входе преобразователя был установлен защитный резистор R1. Рекомендуется вместо него установить терморезистор RK1, например, S153/10/M или аналогичный. Дополнительные конденсатор C1 и резистор R2 можно разместить на небольшом отрезке макетной платы, закрепив его перпендикулярно основной плате преобразователя. Я сделал это с помощью жёсткого одножильного медного провода диаметром 1,5...2 мм, припаянного к печатному проводнику, с которым связаны нижний по схеме вывод конденсатора C3 и эмиттер транзистора VT2. Чтобы уменьшить размер по высоте, резистор R2 можно составить из трёх последовательно соединённых резисторов сопротивлением 2,2 Ом и мощностью 1 Вт.

С трансформатора T1 необходимо удалить обмотку токовой обратной связи I, представляющую собой виток провода, пропущенный в окно магнитопровода. На плате вместо этого витка следует впаять перемычку. Новую цепь обратной связи сделайте из отрезка провода МГТФ-0,07. Один его конец припаяйте к резистору R2, сделайте на трансформаторе T2 два витка (обмотка III) этого провода, затем пропустите его сквозь окно магнитопровода трансформатора T1 (обмотка Ia) и припаяйте провод к другому выводу резистора R2. Если при проверке преобразователь не заработает, извлеките провод обмотки Ia из трансформатора T1 и пропустите его сквозь окно магнитопровода в противоположном направлении.

Корпус устройства изготовлен из алюминиевого листа толщиной 1 мм по эскизу, показанному на **рис. 5**. Ширина и высота корпуса ограничены внутренними размерами "подвала" подставки для паяльника, а в длину он на 10 мм больше длины подставки. В местах сгибов в заготовке прорежьте канавки, например, резаком из ножовочного полотна. Их глубина должна быть достаточной для сгибания листа вручную с некоторым усилием. Слишком глубоко резать не следует, это ухудшит прочность конструкции. При разметке развёртки необходимо помнить, что на сгибах необходимо учитывать толщину алюминиевого листа.

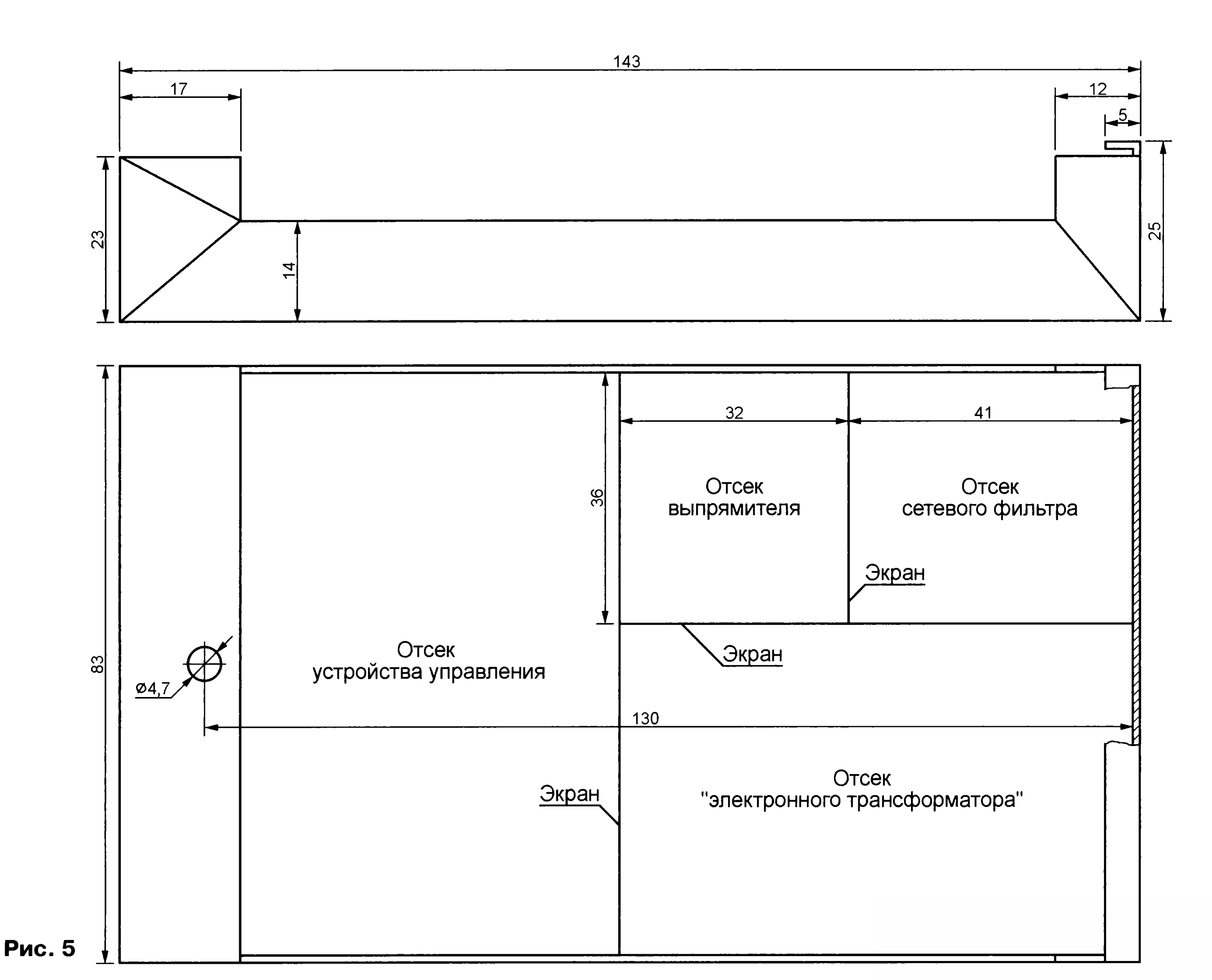


Рис. 5

В передней (правой, согласно рис. 5) части корпуса сделана полка шириной 5 мм, которая выше остальной его части на 2 мм. Эта полка — своеобразный замок, куда входит передняя часть подставки. В левой, согласно эскизу, части корпуса просверлено отверстие, в котором развальцована невыпадающая гайка М2,5 с таким расчётом, чтобы после установки передней части подставки в замок её задняя часть не менее чем наполовину перекрыла резьбовое отверстие гайки. Чтобы резьба открылась, напротив установленной гайки в задней части подставки сделана круглым надфилем выемка. Затем подставка закреплена на корпусе винтом.

В передней стенке корпуса следует подготовить отверстия для винтов М3, служащих для крепления транзисторов преобразователя, для резиновой проходной втулки под сетевой шнур и для сетевого выключателя SA1. Расположение отверстий и их размер уточняйте по месту исходя из наличия деталей и их конструктивных особенностей.

В задней стенке корпуса должны быть просверлены отверстия под розетку для паяльника XS1, кнопку SB1 и светодиод HL1. Положение отверстий под кнопку и светодиод определите перед установкой в корпус печатной платы устройства управления. Розетку установите в правом верхнем (согласно рис. 5) углу отсека устройства управления как можно дальше от дна корпуса, потому что под розеткой будет находиться часть печатной платы с установленным на ней пьезоизлучателем HA1.

Рекомендую для безопасности заменить стандартную вилку паяльника другой, несовместимой с обычной сетевой розеткой, а на регуляторе установить в качестве XS1 соответствующую новой вилке розетку. Это исключит возможность случайно включить паяльник в сеть.

Далее изготовьте из алюминиевого листа толщиной около 0,5 мм экраны, разделяющие отсеки корпуса. Их высота должна быть максимально возможной. Нижнюю часть каждого экрана шириной 5 мм отогните под прямым углом и прикрепите к корпусу потайными заклёпками диаметром 1,5...2 мм. Использование заклёпок обусловлено малыми зазорами между дном корпуса и нижними сторонами печатных плат. Зазоры между краями печатных плат и экранами должны быть шириной не менее 1 мм, чтобы в них вошли изоляционные короба из прессшпана.

В верхней, согласно рис. 5, части отсека устройства управления установите алюминиевую пластину-теплоотвод для транзисторов VT1 и VT4. Её размеры — 50×20 мм, толщина — 2,5...3 мм. Пластину приклепайте к дну корпуса, предварительно смазав соприкасающиеся поверхности теплопроводной пастой КПТ-8.

(Окончание следует)

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 1, 2017

Шестиканальный таймер с функциями регулирования температуры, освещения и резервным питанием

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

Таймер на микроконтроллере PIC16F876 предназначен для включения и выключения шести независимых исполнительных устройств в заданное время, управления яркостью светодиодного освещения и поддержания заданной температуры некоторой среды. Значения определяющих режим работы таймера параметров хранятся в EEPROM микроконтроллера. Предусмотрены сигнализация пропадания основного сетевого питания и автоматический переход на резервное батарейное питание. Таймером управляют с помощью перемычек и кнопок, информацию о режиме работы и состоянии он выводит на ЖКИ с встроенным контроллером, совместимым с HD44780.

Схема электронного блока таймера показана на **рис. 1**. На разъём XS1 подают постоянное напряжение 12 В от выносного сетевого источника. Светодиод HL2 сигнализирует о наличии этого напряжения. GB1 — батарея резервного питания. Выключатель SA1 — технологический. Он служит для временного отключения батареи при налаживании прибора и при длительных перерывах в его использовании. К разъёму XS2 по схеме, изображённой на **рис. 2**, подключают датчик температуры BK1.

С разъёмами XP1 и XP2 соединяют соответственно разъёмы XP1 и XP2 модуля индикации, схема которого приведена на **рис. 3**. Эти соединения выполняют плоскими кабелями, оснащёнными подходящими розетками на обоих концах.

Цепь из резистора R3 и стабилитрона VD1 при включённом внешнем питании создаёт на обмотке реле K1 и на выводе RB0 микроконтроллера DD1 напряжение около +4,7 В. В результате реле срабатывает и его контакты K1.1, переключившись, подают напряжение +12 В на вход интегрального стабилизатора DA1. Стабилизированное напряжение +5 В питает микроконтроллер DD1 и ЖКИ HG1 (рис. 3).

При отключении внешнего питающего напряжения (например, в результате неисправности сети переменного тока) начинается разрядка сглаживающего конденсатора в выносном блоке питания током потребления таймера. Через некоторое время напряжение на обмотке реле K1 падает настолько, что его контакты возвращаются в исходное положение и на вход DA1 поступает напряжение +9 В от резервной батареи GB1. Напряжение на выходе стабилизатора остаётся равным +5 В, поэтому таймер продолжает работать.

Однако в интервале времени от момента отключения внешнего питания до момента отпускания контактов реле напряжение питания микроконтроллера может упасть настолько, что произойдёт очистка его оперативной памяти. В результате отсчёт времени выдержки начнётся заново, её общая продолжительность возрастёт. Чтобы избежать этого, предусмотрен конденсатор C3, удерживающий в цепи питания микроконтроллера напряжение +5 В дольше, чем происходит переключение на резерв.

Сопротивление шунтирующего обмотку реле резистора R4 следует подобрать в пределах 1,5...2 кОм, чтобы при пропадании напряжения в сети, питающей источник напряжения +12 В, отсчёт выдержки продолжался, а не начинался заново.

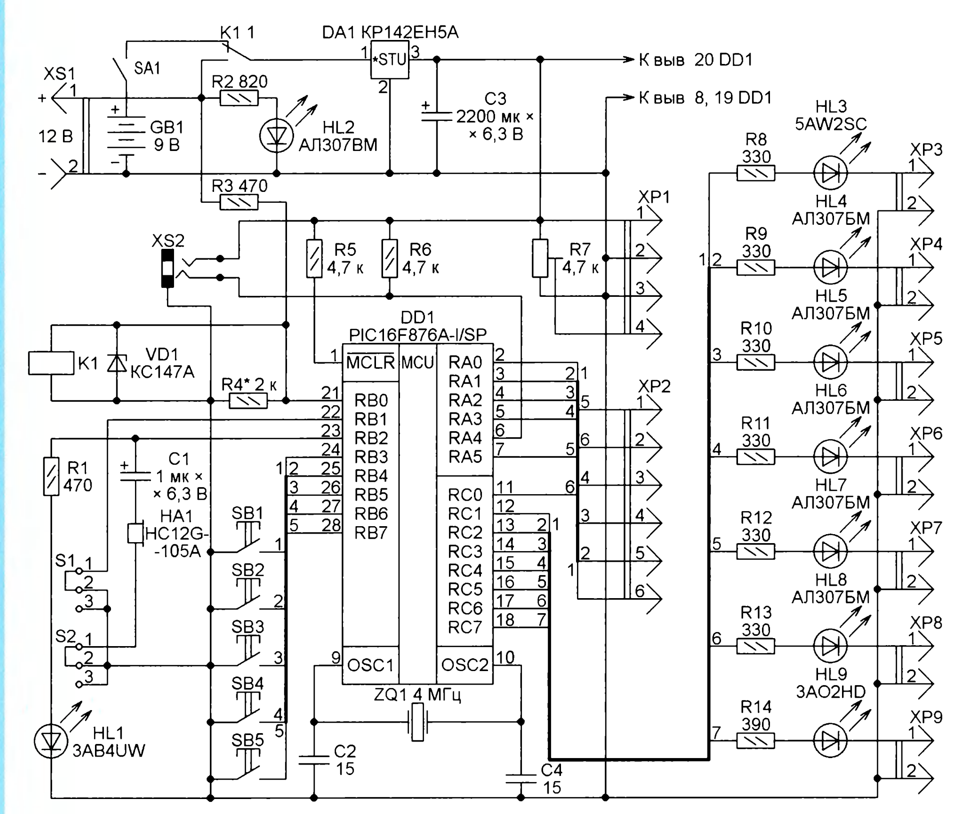


Рис. 1

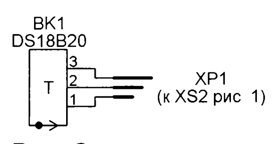


Рис. 2

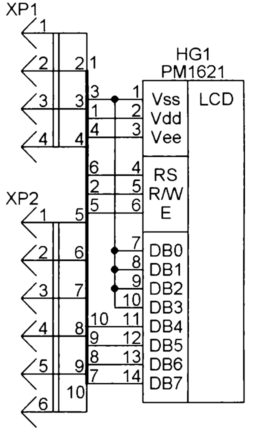


Рис. 3

Поскольку в отсутствие внешнего напряжения 12 В напряжение на выводе RB0 DD1 падает до низкого логического уровня, микроконтроллер, обнаружив это, формирует на выводе RB2 ава-

рийный сигнал, который через резистор R1 поступает на светодиод HL1, а через разделительный конденсатор C1 на звуковой излучатель HA1. Это — прямоугольные импульсы высокого логического уровня частотой 9000 Гц и длительностью 0,05 с. В результате одновременно видны короткие вспышки светодиода и слышны звуковые импульсы. Сигналы повторяются каждую секунду, пока таймер работает от резервной батареи. Перемычкой S2 подключают или отключают звуковой излучатель HA1.

Вывод RC1 микроконтроллера использован для плавного включения и выключения светодиодного освещения. При совпадении текущих времени и даты с заданными здесь будут сформированы прямоугольные импульсы высокого уровня, следующие с частотой 254 Гц. В течение первой минуты коэффициент заполнения импульсов плавно нарастает от нуля до заданного значения и далее остаётся неизменным до

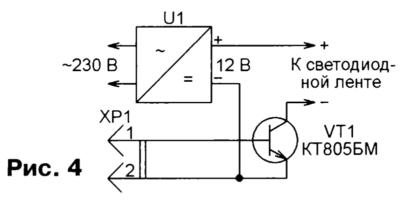


Рис. 4

совпадения текущих времени и даты с заданными для выключения освещения. В течение следующей после этого минуты коэффициент заполнения плавно упадёт до нуля и импульсы прекратятся.

С выхода RC1 импульсы через резистор R8 и светодиод HL3 поступают на разъём XP3, к которому подключён собранный по схеме **рис. 4** узел управления светодиодным освещением. В нём имеются стандартный блок питания светодиодной ленты U1 и коммутирующий цепь ленты транзистор VT1. Под воздействием импульсов с изменяющимся коэффициентом заполнения светодиод HL3 и светодиодная лента плавно включаются и выключаются.

На выходах RC2—RC6 микроконтроллер формирует сигналы управления произвольными исполнительными устройствами, питающимися от сети ~230 В. На каждом из этих выводов он в заданные моменты времени устанавливает высокий или низкий логический уровень. Эти уровни через резисторы R9—R13, светодиоды HL4—HL8 и разъёмы XP4—XP8 поступают на шесть одинаковых симисторных коммутаторов, собранных по схеме **рис. 5**, которые при высоком уровне управляющего сигнала подключают соответствующее исполнительное устройство к сети, а при низком отключают его.

Датчик температуры BK1 (DS18B20) программно настроен на измерение температуры от 0 до 85 °C с шагом 1 °C. Хотя он способен производить и более точные замеры, но загрублён намеренно, чтобы уменьшить длительность замера и не притормаживать ход часов. Двухсторонняя информационная линия (вывод 2) датчика соединена с выводом RA4. Резистор R6 поддерживает на этой линии высокий логический уровень, когда выходы и датчика, и микроконтроллера, выполненные по схеме с открытым стоком, находятся в высокоимпедансном состоянии. Текущая температура отображается на экране ЖКИ HG1, обновляясь каждую секунду.

Программа микроконтроллера сравнивает текущую температуру T с заданной максимальной T_m, хранящейся в памяти микроконтроллера. Пока $T<T_m$,

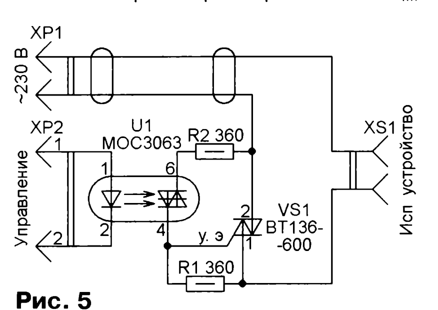


Рис. 5

на выходе RC7 микроконтроллера установлен высокий уровень, в противном случае — низкий. Этот уровень управляет подключённым к разъёму XP9 симисторным коммутатором, аналогичным описанным выше, но управляющим электрическим нагревателем той среды, в которую помещён датчик температуры. Свечение светодиода HL9 сигнализирует о работе нагревателя.

Резистор R6 обязателен, поскольку без него не запускается внутренний таймер микроконтроллера TMR1, когда вывод RA4 сконфигурирован как вход. Его нужно оставить, даже если датчик температуры BK1 и подключённый к разъёму XP9 симисторный коммутатор использовать не предполагается.

Наличие в соединяющих выходы микроконтроллера RC1—RC7 с разъёмами XP3—XP9 линиях ограничительных резисторов R8—R14 и светодиодов HL3—HL9 позволило защитить эти выходы от замыканий в проводах, ведущих к коммутаторам светодиодной ленты и исполнительных устройствам (в том числе нагревателя). Кроме того, упомянутые светодиоды сигнализируют о следующих состояниях таймера:

— подан сигнал включения исполнительного устройства — соответствующий светодиод светится с неполной яркостью;

— то же, но произошло замыкание в проводах, подключённых к ответной части разъёма, — соответствующий светодиод светится с полной яркостью;

— то же, но к разъёму ничего не подключено, оборваны соединительные провода либо эти провода перепутаны — соответствующий светодиод не горит. Не исключена также неисправность выхода микроконтроллера, ограничивающего ток резистора, светодиода, излучающего диода оптрона в симисторном коммутаторе, либо транзистора в коммутаторе светодиодной ленты.

Установленная перемычка S1 замедляет ход часов устройства пропорционально введённой поправке, а её отсутствие на столько же ускоряет ход. Кнопки SB1—SB5 служат для коррекции хода часов, ввода даты и времени, максимальной температуры, выбора циклов и других установок.

Резистор R5 поддерживает высокий уровень на входе начальной установки микроконтроллера (MCLR). Подстроечным резистором R7 изменяют контрастность изображения на экране ЖКИ HG1.

Конструкция и детали

Все детали электронного блока таймера размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 122×72×1,5 мм. Чертёж печатных проводников платы и размещение деталей на её противоположной печатным проводникам стороне показаны на **рис. 6**. Резисторы R8—R14 в оформлении для поверхностного монтажа припаяны со стороны печатных проводников, как показано на **рис. 7**.

Для микроконтроллера PIC16F876A-I/SP [1] на плате установлена панель. Подойдёт и любой другой микроконтроллер этой серии в "узком" корпусе DIP. Для вариантов микроконтроллера в корпусах другого типа потребуется применение переходника или переделка печатной платы.

Размеры ЖКИ PM1621 — 44×122 мм. Годятся и другие символьные ЖКИ, имеющие две строки по 16 символов и встроенный контроллер, совместимый с HD44780. Но они могут иметь другие габариты и иное расположение выводов. В такой ситуации при монтаже следует ориентироваться по надписям на плате ЖКИ. Эта плата приподнята над платой электронного блока на 15...20 мм и закреплена винтами с гайками на четырёх втулках с отверстиями, сделанных из стержня гелевой ручки.

Разъёмы XP1—XP9 и колодки для перемычек S1 и S2 — однорядные штыревые колодки PLS с нужным числом штырей. XS1 — стандартное гнездо под штекер имеющегося выносного блока питания. XS2 — гнездо под стереофонический аудиоштекер диаметром 3,5 мм.

Интегральный стабилизатор КР142ЕН5А можно заменить на КР142ЕН5В, 7805 и им подобный стабилизатор с выходным напряжением +5 В. Вместо стабилитрона КС147А можно применить любой маломощный стабилитрон с напряжением стабилизации 4,7 или 5,1 В.

Реле K1 — герконовое РЭС55А паспорт РС4.569.607 с сопротивлением обмотки 344 Ом. Подойдут и другие реле того же типа с близким сопротивлением обмотки.

Электромагнитный излучатель звука HC12G-105A с сопротивлением обмотки 16 Ом найден в китайском электромеханическом будильнике. Взамен него можно использовать динамическую головку с обмоткой сопротивлением не менее 8 Ом или пьезоизлучатель, который допускается подключать без разделительного конденсатора C1. Вследствие больших габаритов эти детали придётся вынести за пределы платы.

В устройстве можно применять любые светодиоды с прямым током до 20 мА в прозрачных корпусах диамет-

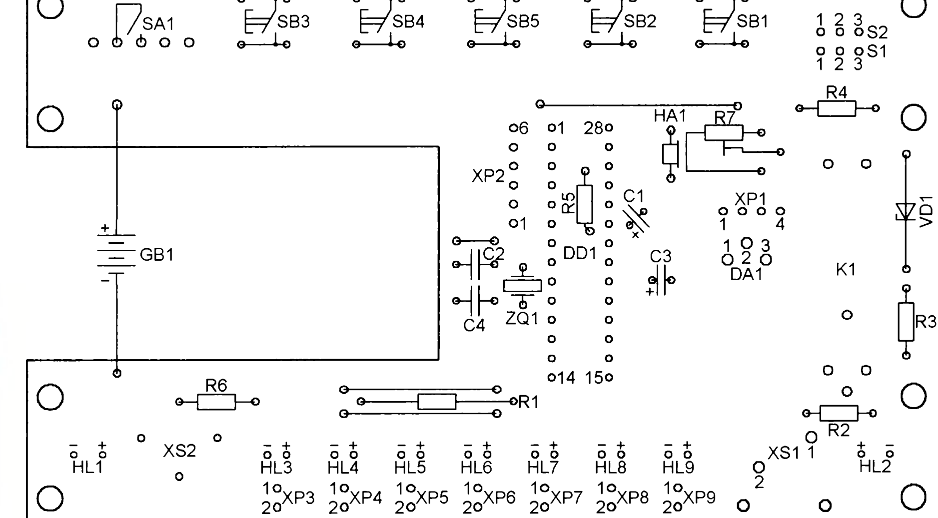


Рис. 6

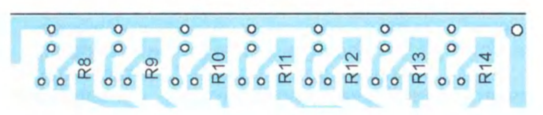


Рис. 7

ром 3...5 мм. Если использованы светодиоды, прямое падение напряжения на которых иное, чем у указанных на схеме, следует подобрать для них резисторы R8—R14 с другим сопротивлением. Рекомендации по подборке будут даны ниже.

Выключатель SA1 — миниатюрный ползунковый с шагом выводов 3 мм. Кнопки SB1—SB5 — тактовые серии KAN0611 с выводами для монтажа в отверстия. В случае использования других кнопок следует подобрать такие, которые имеют чёткую тактильную сигнализацию срабатывания.

Конденсаторы C2 и C4 — КМ, КЛС или другие малогабаритные керамические. Оксидные конденсаторы — танталовые К53-19.

Подстроечный резистор R7 — миниатюрный 3323P или 3362P сопротивлением 2,2...10 кОм. Все постоянные резисторы — МЛТ-0,125 или им подобные. Чтобы припаять резисторы R8—R14 непосредственно к фольге, у них нужно обрезать проволочные выводы, а металлические колпачки очистить от краски. Можно, конечно, использовать здесь и резисторы для поверхностного монтажа.

Для проверки электронного блока не обязательно подключать к разъёмам XP3—XP9 коммутаторы исполнительных устройств, можно просто соединить их контакты между собой съёмными перемычками (джамперами MJ), чтобы светодиоды HL3—HL9 отображали состояния выходов микроконтроллера.

В качестве батареи резервного питания GB1 применена гальваническая батарея типоразмера 6F22 (например, "Крона") напряжением 9 В. Она уложена в вырез в печатной плате. Можно использовать и другую гальваническую или аккумуляторную батарею напряжением 8...15 В.

Для измерения температуры жидкости датчик температуры DS18B20 необходимо поместить в металлическую трубку и герметизировать.

В авторском варианте для освещения применён отрезок светодиодной ленты длиной 1 м. Он содержит 60 светодиодов типоразмера 3528 белого свечения. Потребляемая мощность — около 5 Вт. Можно использовать и другую светодиодную ленту или, например, автомобильные светодиодные светильники либо лампы накаливания на напряжение 12 В. Советы по выбору светодиодных лент и источников питания для них можно найти в [2].

Транзистор КТ805БМ при мощности светодиодной ленты 5 Вт работает без теплоотвода, но при большей мощности теплоотвод необходим. Заменить этот транзистор можно любым той же серии или другим транзистором структуры n-p-n средней или большой мощности, способным коммутировать нужный ток.

Симисторный оптрон MOC3063 [3] имеет внутри узел обнаружения перехода коммутируемого напряжения через ноль, что значительно снижает уровень коммутационных помех. Прямой открывающий ток через излучающий диод оптрона (I_{FT}) — 3...5 мА, прямые замены для него: MOC3043 и MOC3083. Схожие оптроны MOC3041, MOC3061 и MOC3081 имеют I_{FT} 15 мА, а MOC3042, MOC3062 и MOC3082 — 10 мА. При установке в коммутаторы перечисленных оптронов нужно подобрать сопротивление резисторов R9—R14 такими, чтобы ток через излучающие диоды оптронов немного превышал их паспортный I_{FT}.

В этом случае, а также при замене светодиодов HL4—HL9, типы которых указаны на схеме, другими следует временно заменить постоянный ограничивающий ток резистор (например, R9) подстроечным резистором сопротивлением 1 кОм, установив его движок в положение максимального сопротивления. После этого подключите к разъёму (в данном случае XP4) симисторный коммутатор, а к нему в качестве исполнительного устройства — лампу накаливания. Подайте на коммутатор сетевое напряжение ~230 В и при высоком уровне на выходе RC2 микроконтроллера подстроечным резистором установите ток через излучающий диод немного больше того, при котором лампа начинает светить в полный накал. С помощью миллиамперметра можно проверить, что этот ток не превышает

допустимых значений для выхода микроконтроллера, светодиода и излучающего диода оптрона. Если он оказался меньше I_{FT} (а так будет во многих случаях, поскольку I_{FT} в документации указывают с запасом), рекомендуется довести его до этого значения. Теперь можно заменить подстроечный резистор постоянным ближайшего к введённому сопротивлению подстроечного резистора номинала. Такими же резисторами замените R10—R13. Светодиоды HL4—HL8 лучше пусть будут одинаковыми, как и оптроны в симисторных коммутаторах. Это позволит присоединять любой коммутатор к любому из разъёмов XP4—XP8 не задумываясь. Резистор R14 следует подобрать отдельно, поскольку светодиод HL9 отличается от HL4—HL8.

Симисторные коммутаторы смонтированы навесным монтажом внутри наружных розеток для бытовой сети ~230 В. Симисторы закреплены винтами с гайками и пружинными шайбами внутри корпусов розеток на их боковых стенках. Головки винтов, оказавшиеся снаружи, нужно изолировать декоративными колпачками или использовать потайные винты и просто заклеить их головки изоляционной лентой. Мощность, коммутируемая симистором BT136-600 без теплоотвода, не должна превышать 150 В·А. Применив соответствующий теплоотвод, можно увеличить коммутируемую мощность до 800 В·А.

Разъём управления коммутатора XP2 — PLS-2, установленный на небольшой плате, закреплённой на боковине розетки. Разъём XS1 — гнёзда розетки. Имеется также сетевой шнур нужной длины с вилкой XP1. Дно розетки закрыто текстолитовой пластиной толщиной 2 мм.

Следует отметить, что коммутатор может быть собран по любой схеме, важно лишь, чтобы цепь управления была изолирована от сети, а требуемый ток управления не превышал 25 мА, допустимых для выхода микроконтроллера.

Управление таймером

Поскольку экран ЖКИ, состоящий из двух строк по 16 символов, малоинформативен, для отображения на нём всех задуманных сообщений применены сокращения слов и спецсимволы, сгенерированные самой программой микроконтроллера, а также вложенные в меню. Ввиду нехватки выводов микроконтроллера таймером управляют различными сочетаниями нажатий на кнопки SB1—SB5 и установкой или снятием перемычки S1.

Имеются два варианта программы микроконтроллера. Первый (загрузочный файл UMNIK-RU.hex) используют в случае применения ЖКИ, в знакогенераторе которого есть буквы кириллицы. В противном случае используют второй вариант (загрузочный файл UMNIK-EN.hex). Дальнейшее описание содержимого экрана и его фотоснимки относятся к первому варианту программы. Управление таймером одинаково в обоих случаях. Для ЖКИ без кириллицы необходимые русские буквы сгенерированы программой микроконтроллера. Только названия месяцев образованы трёхбуквенными английскими аббревиатурами, например, "Jan", "Feb" или "Nov".

Во время манипуляций кнопками часы таймера замедляют ход, поэтому после установки всех параметров нужно подправить текущее время.

После подачи напряжения питания на экране ЖКИ отображается главное меню (**рис. 8**), где в первой строке видны название месяца, день месяца, сокращённое двухбуквенное название дня недели, текущая температура, измеренная датчиком (обновляется раз в секунду). Во второй строке отображены время в формате "ЧЧ:ММ:СС" и заданная температура включения/выключения нагревателя T_m. Сразу запускаются часы.

Июл 25 /ПН/ 25°C
07:33:37 Tm=27°C

Рис. 8

При первом запуске устройства начальные значения, кроме текущей температуры, следующие: месяц — "Янв", день месяца — "01", день недели — "/ПН/", время — "00:00:00", температура включения и выключения нагревателя — "T_m=25 °С".

Установку текущих даты и времени начинают длинным нажатием и отпусканием кнопки SB3. При этом курсор появляется в первой позиции верхней строки под названием месяца. Далее короткими нажатиями на ту же кнопку перебирают месяцы в бесконечном цикле от "Янв" до "Дек". Выбрав нужный месяц, продолжительным нажатием на кнопку SB3 превращают курсор в мигающий прямоугольник и лишь после этого отпускают кнопку. Курсор снова примет вид символа подчёркивания и перейдёт под первую цифру дня месяца. Аналогично короткими нажатиями устанавливают день месяца и название дня недели. Число дней в месяце зависит от его названия.

После установки дня недели курсор перемещается в нижнюю строку. Здесь подобным описанному выше образом устанавливают текущее время. Чтобы возвратиться в главное меню, нужно до конца пройти процесс ввода, иначе в промежуточном состоянии (виден курсор в виде подчёркивания) экран будет находиться до выключения питания. Введённые значения даты и времени микроконтроллер сохраняет в своей EEPROM. После этого отсчёт времени и даты он начинает с новых значений.

При отключении питания в EEPROM микроконтроллера находятся лишь исходные значения даты и времени, которые были введены с помощью кнопки SB3. Отличающиеся от них текущие значения будут утеряны, так как находились в оперативной памяти микроконтроллера. Это связано с тем, что обновление информации в ячейках EEPROM — процесс длительный и приводит к отставанию часов, которое не поддаётся никакой корректировке.

Установка температуры включения/выключения нагревателя T_m происходит при нажатии и удержании (в последнем случае действует механизм автоповторения) кнопки SB4 или SB5. Кнопкой SB4 увеличивают T_m шагами по 1 °С. По достижении 99 °С T_m становится равной нулю, и с этого значения процесс увеличения продолжается. Нажатие на кнопку SB5 уменьшает значение T_m на 1 °С, пока оно не достигнет нуля. Дальнейшее нажатие или удержание кнопки SB5 на значение T_m не влияет, увеличить его можно только с помощью кнопки SB4. В главном меню отображается изменённое значение T_m.

Ввод поправки хода часов выполняют нажатиями на кнопки SB4 и SB5, удерживая нажатой кнопку SB1. Здесь кнопки SB4 и SB5 также имеют механизм автоповтора. Если перемычка S1 находится в положении 2-3, ход часов ускоряется, а если в положении 1-2, он

ПОПРАВКА
ХОДА ЧАСОВ: +003

Рис. 9

замедляется. Чем больше абсолютная величина поправки, тем сильнее ускорение или замедление.

После каждого нажатия на кнопки SB4 и SB5 на экран ЖКИ с задержкой 0,6 с будет выведено сообщение, подобное показанному на **рис. 9**. Знак перед значением поправки зависит от положения перемычки S1. Плюс означает ускорение хода, а минус — его замедление. После отпускания кнопок SB4 и SB5 на экране вновь появится главное меню.

Точность хода часов зависит от многих факторов, в основном это отставание во время обработки информации микроконтроллером и погрешность установки тактовой частоты 4 МГц, стабилизированной кварцевым резонатором ZQ1. Чёткого алгоритма подстройки хода часов у устройства нет. Можно лишь посоветовать сначала ввести нулевую поправку, синхронизировать часы с эталонными и далее через некоторые промежутки времени, в зависимости от отставания или опережения, несколько раз откорректировать поправку.

Я собрал два таймера с двумя разными микроконтроллерами и кварцами. В обоих случаях часы при нулевой поправке отставали. В одном из них, введя поправку +22, удалось добиться ухода времени менее секунды за сутки по сравнению с часами Интернета.

Ввод коэффициента заполнения импульсов управления светодиодным освещением. Устройство микроконтроллера таково, что коэффициент заполнения генерируемых на выходе CCP2 (RC1) импульсов можно изменять от 0 до 1 пропорционально целому числу от 0 до 255, записываемому в предназначенный для этого регистр микроконтроллера. В рассматриваемом устройстве это число можно изменять с шагом 16 единиц, имея при этом 16 градаций коэффициента заполнения (от 1/16 до 16/16) и соответственно яркости освещения. Коэффициент заполнения увеличивают короткими нажатиями на кнопку SB2, удерживая

нажатой кнопку SB1. По достижении максимального коэффициента следующее нажатие установит минимальный, и далее цикл будет повторён. Для регулировки освещения этого вполне достаточно.

После каждого нажатия на кнопку SB2 экран ЖКИ на 0,6 с приобретает вид, показанный на **рис. 10**. Число квадратов в нижней строке пропорционально установленной яркости.



Рис.10

Ввод високосной поправки выполняют, удерживая нажатой кнопку SB1, короткими нажатиями на кнопку SB3. После её нажатия на экране ЖКИ на 0,6 с появляется надпись "Фев=28" или "Фев=29". Надписи сменяются при каждом нажатии в бесконечном цикле.

Временны́е циклы

Перед дальнейшим описанием нужно ввести понятие "временной цикл" — промежуток времени, в течение которого данное исполнительное устройство будет один раз включено и один раз выключено. Включение происходит установкой высокого логического уровня на соответствующем выходе порта C микроконтроллера, а выключение — установкой на нём низкого уровня. Всего в программе определены шесть разных по длительности временны́х циклов: часовой, суточный, недельный, месячный, годовой и комбинированный (суточно-часовой). Номера исполнительных устройств совпадают с номерами линий порта C от RC1 до RC6. Каждому из шести таких устройств можно произвольно назначить любой из перечисленных циклов. Дату и время включения задают в верхней строке экрана ЖКИ, а дату и время выключения — в его нижней строке.

Часовой цикл — самый короткий. В нём в установленную минуту каждого часа происходит включение исполнительного устройства, а в другую минуту того же часа — выключение. Значения обоих параметров должны находиться в интервале 0—59, причём выключение должно происходить хотя бы на минуту позже включения. Экран ЖКИ с заданным часовым циклом показан на **рис. 11**. Здесь предписано исполнительное устройство 1 (светодиодное освещение) включать в 31-ю минуту каждого часа и выключать в следующую минуту.

1 :31
*Ч :32

Рис. 11

Суточный цикл — второй по продолжительности. В нём исполнительное устройство будет включено и выключено в заданные с точностью до минуты моменты каждых суток. Время выключения должно быть хотя бы на минуту больше времени включения. Экран с суточным циклом показан на **рис. 12**. Здесь исполнительному устройству 2 предписано включение в 7 час 31 мин, а выключение — в 7 час 32 мин каждых суток.

Недельный цикл — третий по продолжительности. Время еженедельного включения и выключения выбранного исполнительного устройства задают днём недели, часами и минутами. Время выключения должно быть хотя бы на минуту больше времени включения. Экран с недельным циклом показан на **рис.13**. Здесь предписано включать исполнительное устройство 3 каждую субботу в 7 час 31 мин, а выключать в воскресенье в 8 час 1 мин.

Месячный цикл — четвёртый по продолжительности. В нём происходит ежемесячное включение и выключение выбранного исполнительного устройства. Время включения и выключения задают днём месяца, часами и минутами. Время отключения должно быть хотя бы на минуту больше времени включения. Экран ЖКИ с месячным циклом показан на **рис. 14**. Здесь исполнительному устройству 4 предписано включение 25-го числа каждого месяца в 7 час 31 мин, а выключение 26-го числа в 10 час 2 мин.

2 07:31
*С 07:32

Рис. 12

3 СБ 07:31
*Н ВС 08:01

Рис. 13

4 25 07:31
*М 26 10:02

Рис. 14

5 Июл 25 07:31
*Г Авг 05 07:01

Рис. 15

6 07:31
*К 17:33

Рис. 16

Годовой цикл — самый длинный. В нём ежегодно происходит одно включение и одно выключение заданного исполнительного устройства. Время включения и выключения задают названием месяца, днём месяца, часами и минутами. Время выключения должно быть хотя бы на минуту больше времени включения. Экран ЖКИ с годовым циклом показан на **рис. 15**. Здесь исполнительному устройству 5 предписано включение 25 июля в 7 час 31 мин, а выключение — 5 августа в 7 час 1 мин.

Комбинированный цикл отличается от суточного тем, что включение и выключение исполнительного устройства происходят не один раз в сутки, а каждый час в заданном интервале с минуты включения по минуту выключения. Экран ЖКИ с комбинированным циклом показан на **рис. 16**. Здесь исполнительному устройству 6 предписано работать десять раз в сутки: с 7 час 31 мин по 7 час 33 мин, с 8 час 31 мин по 8 час 33 мин и т. д. В последний раз — с 17 час 31 мин по 17 час 33 мин.

При отображении временны́х циклов верхняя строка экрана ЖКИ начинается с пробела для исполнительных устройств 2—6 или с символа прямоугольных импульсов для исполнительного устройства 1. Во второй позиции выведен номер исполнительного устройства и через пробел символическое изображение кнопки в замкнутом или разомкнутом состоянии. Замкнутое состояние этой кнопки означает включение исполнительного устройства в указанный в строке далее момент, а разомкнутое — его выключение в этот момент.

Первая позиция нижней строки отведена под символ звёздочки, появление которого означает, что временной цикл для указанного в верхней строке исполнительного устройства выбран, и информация об этом записана в EEPROM микроконтроллера. Во второй позиции буквами Ч, С, Н, М, Г или К указан тип временно́го цикла, соответственно часовой, суточный, недельный, месячный, годовой или комбинированный. Через пробел, как и в верхней строке, находится изображение замкнутой или разомкнутой кнопки, а в конце строки — дата и время предписанного этой кнопкой действия.

В зависимости от состояния этих кнопок таймер выполняет следующие действия:

— если верхняя кнопка замкнута, а нижняя разомкнута, включает исполнительное устройство в момент, указанный в верхней строке, и выключает его в момент, указанный в нижней;

— если обе кнопки замкнуты, включает исполнительное устройство в ближайший из указанных моментов. Такой режим задают, когда по таймеру нужно только включить исполнительное устройство, а выключают его вручную;

— если обе кнопки разомкнуты, выключают исполнительное устройство в ближайший из указанных моментов. Такой режим задают, если исполнительное устройство включают вручную, а выключают по таймеру.

Меню исполнительных устройств вызывают из главного меню коротким нажатием на кнопку SB2. Далее нажатиями на ту же кнопку перебирают исполнительные устройства и возвращаются в главное меню. Этот цикл можно повторять многократно. Остановив выбор на каком-либо устройстве, можно задать для него временной цикл и ввести даты и время включения и выключения устройства. Для этого короткими нажатиями на кнопку SB1 перебирают по кругу циклы с часового до комбинированного. При этом номер исполнительного устройства на экране не изменяется. Символом звёздочки в нижней строке будет отмечен тот цикл, который был выбран для этого устройства прежде.

Остановив свой выбор на нужном цикле, с помощью кнопки SB3 устанавливают для него даты и время включения и выключения. После её длинного нажатия и отпускания курсор в виде символа подчёркивания появится в чет-

вёртой позиции первой строки под символом кнопки. Каждое короткое нажатие на кнопку SB3 будет изменять состояние экранной кнопки на противоположное. Её нужное положение закрепляют длинным нажатием на кнопку SB3 до появления курсора в виде мигающего прямоугольника. После этого курсор перескакивает в позицию верхней строки, предназначенную для ввода даты и времени.

Когда курсор перескочит под символ кнопки в нижней строке, описанные выше операции повторяют для даты и времени выключения исполнительного устройства. Вся процедура аналогична описанной для ввода текущих даты и времени: перебор короткими нажатиями, длинное нажатие для закрепления выбранного значения, мигающий курсор, отпускание кнопки и переход курсора в следующую позицию. Начав процесс ввода, его следует пройти до конца, иначе выйти в главное меню не удастся до выключения питания.

После ввода последнего значения (минуты в нижней строке) и длинного нажатия на кнопку SB3 на экран ЖКИ на 2 с будет выведено сообщение, подтверждающее выбор временного цикла. Пример для часового цикла показан на **рис. 17**. После этого экран приобретает вид, подобный показанному на одном из рис. 11—16. Выбранный временной цикл будет помечен символом звёздочки, а введённая информация записана в EEPROM микроконтроллера.

Далее с помощью кнопки SB2 переходят к следующему исполнительному устройству и, если нужно, выбирают для него временной цикл и задают нужные даты и время. Пройдя все устройства, нажатием на кнопку SB2 возвращаются в главное меню. Из него в любой момент нажатием на эту кнопку можно перейти в меню исполнительных устройств, чтобы просмотреть и откорректировать сделанные ранее установки.

Описанный таймер был задуман как аквариумный с контролем температуры воды и задаваемым временем включения/отключения компрессора, освещения и раздатчика корма. Но возможности его применения намного шире, поэтому захотелось создать более универсальное устройство.

Таймер по-прежнему можно использовать как аквариумный (что и делает один из двух собранных). На основе его

НАГРУЗКА 1:
ЧАС-цикл

Рис. 17

можно изготовить симулятор присутствия хозяев в пустом доме, по расписанию включающий и выключающий свет и бытовые приборы. Таймер можно использовать и на даче для управления, например, насосами или механизмом открывания теплиц.

Если применить в таймере микроконтроллер серии PIC16LF876 с пониженным напряжением питания, можно организовать батарейное питание устройства напряжением 3 В. Тогда интегральный стабилизатор DA1, реле K1, светодиод HL2, резистор R2 и детали, обеспечивающие аварийную сигнализацию и автоматику перехода на резервное питание, а также саму резервную батарею GB1 можно исключить. Ёмкость конденсатора C3 в этом случае можно уменьшить до 100...200 мкФ. Теперь электронный блок не будет привязан к сети 230 В, его можно сделать переносным и использовать как часы с календарём и будильником или как программно-временное устройство с батарейным питанием. Следует только помнить, что высокий уровень на выходах микроконтроллера станет чуть меньше +3 В, поэтому цепи коммутации исполнительных устройств придётся переделать.

ЛИТЕРАТУРА

1. PIC16F87XA 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers. — URL: **http://pdf1.datasheet.su/microchip/pic16f876a-i_sp.pdf** (19.07.16).

2. Как выбрать светодиодную ленту: их виды и особенности. — URL: **http://stroisovety.org/kak-vybrat-svetodiodnuyu-lentu/** (19.07.16)

3. MOC3061M, MOC3062M, MOC3063M, MOC3162M, MOC3163M 6-Pin DIP Zero-Cross Triac Driver Optocoupler (600 Volt Peak). — URL: **https://www.fairchildsemi.com/datasheets/MO/MOC3062M.pdf** (19.07.16).

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и программы микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/umnik-timer.zip** на нашем FTP-сервере.*

USB-сигнализатор времени приёма лекарств

***Д. ПАНКРАТЬЕВ**, г. Ташкент, Узбекистан*

Люди пожилого возраста, вынужденные регулярно принимать лекарственные препараты, зачастую испытывают трудности с самостоятельным соблюдением режима их приёма. А ведь от своевременного выполнения предписаний врача иногда зависит не только здоровье, но и сама жизнь. В дополнение к обычным организационным методам решения проблемы можно использовать и технические средства. К ним относится и предлагаемый сигнализатор, который ежесуточно по введённому в него расписанию подаёт сигналы, напоминающие о необходимости приёма лекарств.

Многие пожилые люди по вполне понятным причинам испытывают затруднения в работе с современными программными продуктами. Что касается устройств-сигнализаторов, то большинство из них фактически представляют собой несколько модернизированные будильники, неспособные работать по расписанию даже с двумя-тремя видами препаратов и эргономически не приспособленные к использованию людьми пожилого возраста.

Общий вид разработанного автором сигнализатора, имеющего восемь независимых каналов (по числу ячеек для лекарств), каждый из которых может быть настроен на подачу до четырёх напоминающих сигналов в сутки (всего может быть подано 32 сигнала), показан на **рис. 1**. Для ввода или корректировки расписания приёма лекарств это устройство соединяют по интерфейсу USB с компьютером, на котором запускают специальную программу. Когда расписание загружено, сигнализатор работает автономно.

Как аппаратная, так и программная части сигнализатора разработаны с учётом их использования людьми пожилого возраста, в том числе с ослабленным зрением. Обращение с устройством предельно упрощено, а в программе применены алгоритмические и интерфейсные решения, значительно повышающие удобство работы. Кроме того, в конструкции сигнализатора приняты меры электробезопасности.

Питают сигнализатор от сети ~230 В, а в случае пропадания в ней напряжения он автоматически переходит на питание от встроенной аккумуляторной батареи. Потребляемая от сети мощность не превышает 5 Вт, продолжительность работы от аккумуляторной батареи ёмкостью 800 мА·ч достигает трёх суток. Этим обеспечена сохранность расписания даже при длительном отключении сетевого питания.

Схема сигнализатора изображена на **рис. 2**. Принцип его работы прост: значение текущего времени программа микроконтроллера ежесекундно сравнивает с заданным временем подачи сигналов. В случае совпадения устройство подаёт звуковой сигнал, представляющий собой одну из нескольких мелодий, выбираемую по желанию, и включает световой индикатор соответствующей ячейки с лекарством. В тот же момент происходит перевод времени подачи этого сигнала на сутки вперёд. Для выключения звукового и светового сигналов достаточно нажать на кнопку подтверждения SB1.

Использованный в сигнализаторе микроконтроллер ATmega8A-PU (DD1) способен работать при пониженном до 2,7 В напряжении питания. Тактовая частота микроконтроллера 12 МГц задана

кварцевым резонатором ZQ1. Узел звуковой сигнализации собран на микросхеме музыкального синтезатора УМС8-08 (DD2). Микроконтроллер включает звуковой сигнал, подавая высокий уровень на вход S микросхемы синтезатора. Сигнал непрерывно звучит до нажатия на кнопку SB1. Источником звука служит пьезоизлучатель HA1. Громкость регулируют переменным резистором R16. Мелодии перебирают нажатиями на кнопку SB2 во время воспроизведения. Более подробная информация о микросхемах серии УМС приведена в [1].

Приходится раз в месяц её отключать и производить полный цикл разрядки до напряжения 3 В и зарядки с помощью внешнего зарядного устройства.

Микросхему музыкального синтезатора УМС8-08 можно заменить другой из серий УМС7 и УМС8. Они различаются лишь набором мелодий. Транзистор КТ3102Б допустимо заменить на КТ3102Г, КТ3102Е или импортный BC547, а также на КТ315Б или КТ315Г, если уменьшить сопротивление резистора R17 до 51 кОм. Вместо диодов КД522Б подойдут КД521А, КД521Б, КД522А, 1N4148 и аналогичные. Все постоянные резисторы — С2-33Н или МЛТ. Оксидные конденсаторы C3 и C6 — К50-83, К50-16 или импортные. Остальные конденсаторы — керамические К10-73-1б, К10-17в.

Светодиоды пригодны любые в корпусах диаметром 5 мм желаемого цвета свечения. В авторском варианте в качестве HL1 установлен светодиод зелёного цвета свечения, чтобы не беспокоить больного попусту, остальные — красного цвета. Разъём XS1 — розетка USB-BF.

Аккумуляторная батарея GB1 составлена из трёх Ni-Mh аккумуляторов типоразмера AA ёмкостью 800 мА·ч. Можно использовать аккумуляторы и другой ёмкости, но при этом желательно подобрать резистор R18 такого сопротивления, чтобы начальный ток зарядки разряженной до напряжения 3 В батареи был численно равен 0,1 её номинальной ёмкости.

Сигнализатор собран на стандартной перфорированной монтажной плате размерами 70×50 мм с шагом перфорации 2,54 мм. Способ монтажа — навесной с фиксацией термоклеем. Ввиду простоты схемы печатный монтаж не применялся. Все элементы устройства, кроме светодиодов HL2—HL9, размещены в пластмассовой электротехнической распределительной коробке исполнения IP67 размерами 80×80×40 мм.

Разъём XS1 расположен на небольшой печатной плате, напротив него в стенке коробки вырезано отверстие соответствующих размеров. Элементы HA1, HL1, GB1, R16, SB1 зафиксированы на крышке коробки термоклеем. Кнопка SB2, не относящаяся к органам оперативного управления, находится на монтажной плате. На **рис. 3** показано взаимное расположение монтажной платы и выносных элементов внутри распределительной коробки.

Лекарственные препараты размещены в типовой кассетнице для радиодеталей из восьми ячеек с выдвижными ящиками. Каждая её ячейка имеет размеры 112×55×120 мм. Общие габариты кассетницы — 224×110×120 мм. Поскольку ячейки негерметичны, но достаточно вместительны, лекарства следует хранить в заводских упаковках. Кассетница обеспечивает также защиту от света, необходимую для хранения некоторых видов лекарств. На лицевых панелях ячеек предусмотрены пазы для табличек с названиями лекарств.

Распределительная коробка закреплена на левой боковой стенке кассетницы винтами М3 с гайками. Светодиоды HL2—HL9 расположены по одному на лицевой панели каждой ячейки и соединены с устройством гибкими проводами, уложенными в трубки ПХВ внутри

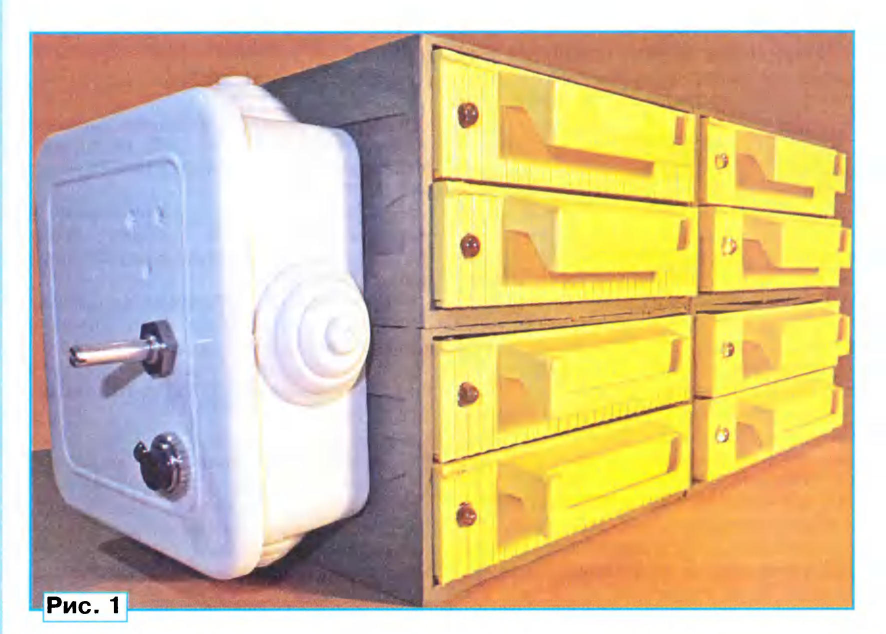


Рис. 1

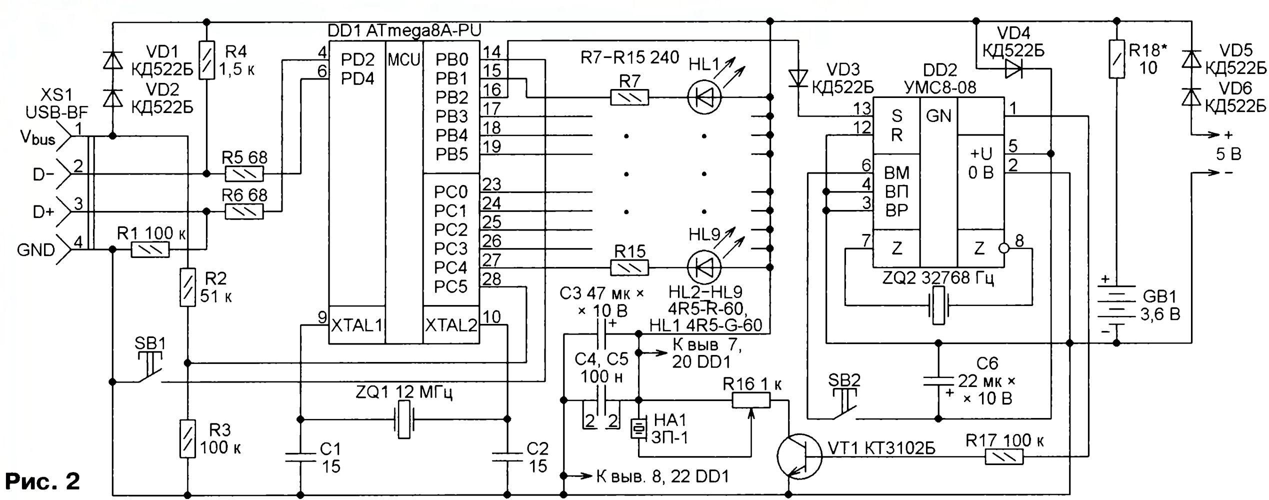


Рис. 2

В сигнализаторе имеется не показанный на схеме трансформаторный источник стабилизированного напряжения 5 В, собранный по традиционной схеме на интегральном стабилизаторе 7805. В случае пропадания напряжения в питающей сети устройство переходит на питание от аккумуляторной батареи GB1. Средний ток, потребляемый от неё, не превышает 5 мА. При наличии напряжения в сети батарея непрерывно подзаряжается благодаря цепи VD5,VD6,R18. Однако рекомендуется раз в месяц её отключать и производить полный цикл разрядки до напряжения 3 В и зарядки с помощью внешнего зарядного устройства.

дует хранить в заводских упаковках.

ячеек и сжгутованными на тыльной стороне кассетницы. Запас длины каждой пары проводов, идущих к светодиодам, должен обеспечивать свободное выдвижение ячейки на 75...80 % полностью открытого состояния.

Прилагаемый к статье файл USB_HID_Note.hex следует загрузить в программную память микроконтроллера. Конфигурация микроконтроллера должна соответствовать показанной в **табл. 1**. Налаживания правильно собранное устройство не требует. Желаемую яркость светодиодов можно установить, изменяя их ток в пределах 5...10 мА подборкой резисторов R7—R15.

С точки зрения спецификации USB устройство относится к классу HID [2] с программной реализацией интерфейса USB на основе известного драйвера AVR V-USB [3]. Напомню, что в этом случае требуется переключить интерфейс в низкоскоростной режим USB 1.1, что согласно спецификации выполняют с помощью резистора, включённого между интерфейсными линиями D– и V_{bus} (в рассматриваемом случае это резистор R4).

Использован один из типовых вариантов подключения микроконтроллера с его питанием пониженным напряжением через диоды VD1 и VD2. Применение этих диодов желательно несмотря на наличие аккумуляторной батареи, поскольку исключает влияние её напряжения на согласование логических уровней шины USB и микроконтроллера.

Микроконтроллер работает с тактовой частотой 12 МГц, одной из ряда допустимых для V-USB. Его программа написана на языке C в среде разработки AVR Studio 4. Текст программы (файл main.c) содержит подробный комментарий. Использованы релиз драйвера vusb-20100715 [4] и компилятор WinAVR-20100110 [5].

Библиотека V-USB хорошо документирована, поэтому здесь будут рассмотрены только моменты, непосредственно касающиеся реализации проекта или относящиеся к его особенностям. Пошаговый процесс создания программы на основе библиотеки V-USB подробно описан в [6].

Основные моменты, на которые следует обратить внимание при создании программы в AVR Studio:

— в папку проекта должны быть скопированы все файлы из папки usbdrv архива V-USB;

— к проекту AVR Studio следует добавить файлы usbdrv.c, usbdrvasm.S, oddebug.c (через пункт контекстного меню "Add Existing Source File(s)..." в дереве проекта);

— в настройках проекта (Project→Configuration Options→General→Frequency, Hz) тактовая частота микроконтроллера должна быть задана равной 12000000 Гц. На основании этого значения AVR Studio определит для компилятора константу F_CPU, которую использует V-USB.

Рис. 3

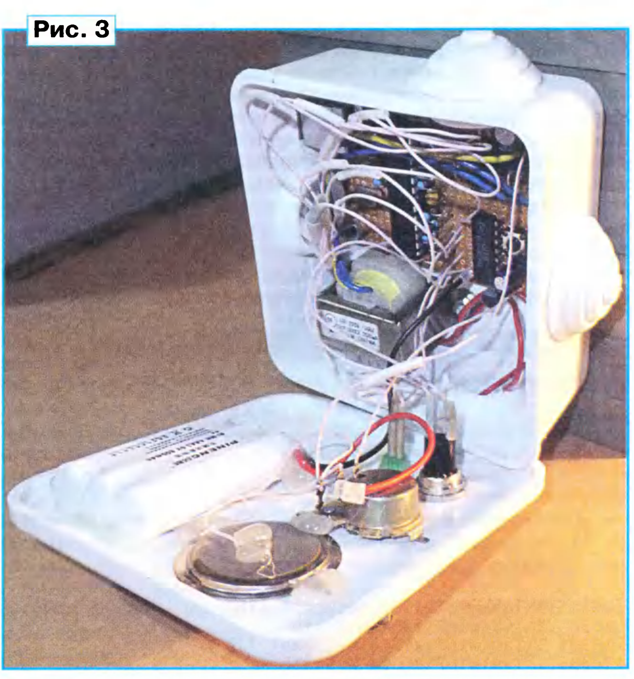


Таблица 1

Разряды	Состояние
CKOPT	0
CKSEL[3:0]	1111
SUT[1:0]	10
BODEN	1
WDE	1
RSTDISBL	1

Необходимую конфигурацию V-USB содержит файл usbconfig.h, который тоже должен находиться в папке проекта. Штатный файл конфигурации следует заменить прилагаемым к статье. В **табл. 2** перечислены наиболее важные константы, определённые в этом файле. Возможность свободной разработки USB HID устройств связана с важным моментом — в ней должны применяться пары идентификаторов VID/PID согласно документу USB-IDs-for-free.txt из библиотеки V-USB [3].

В программе использован формат времени UNIX, где значение времени представляет собой число секунд, прошедших с 00:00:00 UTC 01.01.1970 г. Сигнализатор не отображает время визуально, что позволяет избежать излишнего усложнения схемы и алгоритма его работы. Для передачи timestamps — четырёхбайтных значений времени UNIX — служит переменная pdata.

Максимальное число подаваемых за сутки сигналов задано в программе константой NUM_CALLS. Для хранения значений времени использован массив u_time размером NUM_CALLS+1. При этом элемент массива u_time[NUM_CALLS] содержит текущее время, а остальные — время подачи сигналов. Каждому каналу (ячейке кассетницы с лекарствами) отведено по четыре элемента массива. Например, первой ячейке — элементы с u_time[0] по u_time[3], второй — с u_time[4] по u_time[7] и т. д. Если значение элемента массива равно нулю, соответствующий сигнал считается неактивным. Такой подход позволяет упростить алгоритм передачи и обработки информации.

Описывающий структуру пакета дескриптор и процедуры передачи информации usbFunctionWrite и usbFunctionRead созданы на основе типовых решений. Базовые функции подробно описаны в заголовочном файле usbdrv.h из [3]. Процедуры дополнены условиями проверки числа обработанных каналов. Число элементов массива, получаемого устройством от компьютера, на единицу больше, чем отправляемого, поскольку для синхронизации компьютер всегда передаёт текущее время.

В начале главной процедуры main() происходит конфигурирование регистров ввода—вывода, установка коэффициента деления тактовой частоты равным 256 и начальная загрузка регистра таймера TCNT1 числом, нужным для формирования интервала времени длительностью 1 с. Прерывания по переполнению таймера по умолчанию выключены.

Таблица 2

Константа	Значение	Содержание
USB_CFG_IOPORTNAME	D	Порт подключения шины
USB_CFG_DMINUS_BIT	4	Разряд порта, к которому подключена линия D–
USB_CFG_DPLUS_BIT	2	Разряд порта, к которому подключена линия D+ (должна быть соединена с входом прерывания INT0)
USB_CFG_INTERFACE_CLASS	3 (HID)	Класс устройства
USB_CFG_MAX_BUS_POWER	100	Максимальный ток потребления от шины USB, мА
USB_CFG_HID_REPORT_DESCRIPTOR_LENGTH	22*	Длина дескриптора HID-репорта
USB_CFG_VENDOR_ID	0xC0, 0x16	Идентификатор производителя устройства
USB_CFG_DEVICE_ID	0xDF, 0x05	Идентификатор продукта

*) Это значение должно быть равно размеру символьного массива PROGMEM usbHidReportDescriptor в программе.

После этого программа входит в основной цикл. Если подключение к USB отсутствует, будут разрешены прерывания глобально и по переполнению таймера 1. В цикле for каждый элемент массива u_time[i] с ненулевым значением будет проверен на равенство текущему времени. Если равенство обнаружено, будут включены звуковой сигнал и светодиод соответствующей ячейки, а время срабатывания этого канала увеличено на 86400 с (на сутки).

Затем происходит проверка уровня на входе PB0. Если он низкий (кнопка SB1 нажата в подтверждение приёма сигнала), на всех выходах будут установлены низкие логические уровни, что выключит сигналы.

Параллельно с этим ежесекундно по переполнению таймера 1 происходит запуск процедуры обработки прерывания TIMER1_OVF_vect. Она восстанавливает предустановку счётчика TCNT1, инкрементирует значение текущего времени в элементе массива u_time[NUM_CALLS], изменяет состояние выхода PB1 (подключённый к нему светодиод HL1 мигает с периодом 2 с).

При подключении устройства к USB на вход PC5 поступает высокий уровень с линии V_{bus} шины USB. В этом случае выполнение условия if (PINC & (1<<5)) запрещает прерывания по переполнению таймера 1 и активизирует драйвер V-USB. Включается и непрерывно светит светодиод HL1.

После активизации драйвера V-USB становится возможным обмен информацией по USB. В цикле вызывается функция usbPoll(), поддерживающая интерфейс в активном состоянии при отсутствии обмена информацией. Подробнее процесс передачи информации описан в разделе статьи, касающемся программы для компьютера.

Перейдём к рассмотрению компьютерной программы ввода расписания в сигнализатор USB_HID_Note. Как видно уже по её главному окну (**рис. 4**), особое внимание в процессе разработки было уделено оптимизации интерфейса для обеспечения удобства работы пользователям почтенного возраста. Программа работает под управлением ОС Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows Server 2003, Windows Server 2008. Её работоспособность под Windows 10 и Windows Server 2012 не проверена, но есть основания предполагать, что она будет работать нормально.

После запуска программы с присоединённым к компьютеру сигнализатором нажмите на экранную кнопку "Подключить". Будет выведено сообщение о результате попытки подключения. Если она прошла успешно, станут доступны экранные кнопки "Прочитать всё" и "Сохранить".

Для ввода расписания достаточно выбрать номер ячейки из первого выпадающего списка (селектора), а номер сигнала для этой ячейки — из второго списка. Затем установить нужное время подачи сигнала, щелчком по флажку слева от номера разрешить или запретить выбранную комбинацию ячейки и сигнала (при этом изменяется цвет флажка) и написать название препарата в единственной доступной строке. Название препарата привязывается к номеру ячейки, поэтому содержимое строки изменяется только при переключении первого селектора. Флаг разрешения относится к выбранной комбинации номеров ячейки и сигнала.

Так заполняют все необходимые ячейки. Состояние ячеек по умолчанию — выключено, активировать их все нет необходимости. Если нужно, настройки ячеек можно изменять. Введённые значения сохраняются динамически.

По нажатию на экранную кнопку происходят передача расписания в сигнализатор и его запись в файл конфигурации. О результате передачи будет выведено сообщение. Хранящееся в сигнализаторе расписание можно прочитать из него нажатием на экранную кнопку . После этого в окне программы его можно просмотреть, при необходимости отредактировать и загрузить обратно в сигнализатор. Нажатие на экранную кнопку стирает название лекарства в соответствующем окне, давая возможность записать другое.

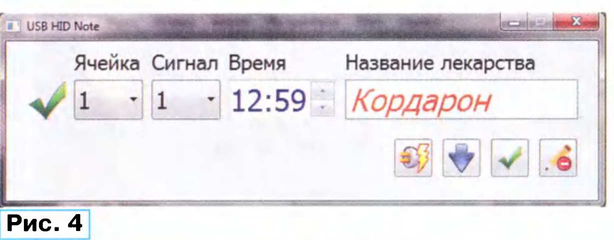


Рис. 4

Таблица 3

```
win32: LIBS += 'C:\WinDDK\7600.16385.1\lib\win7\i386\setupapi.lib'
win32: LIBS += 'C:\WinDDK\7600.16385.1\lib\win7\i386\hid.lib'
win64: LIBS += 'C:\WinDDK\7600.16385.1\lib\win7\amd64\setupapi.lib'
win64: LIBS += 'C:\WinDDK\7600.16385.1\lib\win7\amd64\hid.lib'
```

Важная особенность сигнализатора — остановка таймера текущего времени при подключении к USB. В момент закрытия компьютерной программы происходит автоматическая запись в сигнализатор расписания и текущего времени (синхронизация). Поэтому, закрыв программу, следует по возможности скорее отключить от сигнализатора USB-кабель, чтобы свести к минимуму разницу между истинным и "системным" временем.

Впрочем, даже разница в несколько минут в рассматриваемом случае некритична, поэтому никаких мер по устранению этой особенности не принято. Если же после завершения работы программы USB_HID_Note сигнализатор случайно остался надолго подключённым к компьютеру, достаточно запустить эту программу заново, нажать на экранную кнопку , затем на и тут же на или просто закрыть программу. Правильный отсчёт времени сигнализатором будет восстановлен, после чего USB-кабель можно отсоединить.

Наименования лекарственных препаратов хранятся в файле конфигурации программы и выводятся на экран компьютера при подключённом сигнализаторе. Вместе с вводом в программу расписания следует позаботиться о том, чтобы каждая ячейка кассетницы была снабжена биркой с соответствующей надписью.

Программа USB_HID_Note написана на языке C++ в среде программирования Qt 5.3.2. Выбор этой среды обусловлен её бесплатностью, кроссплатформенностью, широкими возможностями и уникальными встроенными средствами для создания и отладки приложений любого уровня в сочетании с гибкостью интерфейсных решений. Тип реализации приложения — Qt Widget. Исходный текст виджета — файл widget.cpp. Полностью проект собран в архив USB_HID_Note_pro.zip, приложенный к статье.

Особенность программы — прямое обращение к функциям библиотек SetupAPI и HID. Поэтому в компьютере, на котором происходит компиляция, необходимо наличие файлов setupapi.lib и hid.lib, соответствующих версии его операционной системы. Эти файлы обычно входят в пакет WinDDK. Чтобы не было необходимости полностью устанавливать весь пакет WinDDK, файлы различных версий из WinDDK 7600.16385.1 собраны автором в одну папку winddk_libs, которая имеется на FTP-сервере редакции. Компиляция и отладка могут проводиться под ОС Windows 7, Windows Server 2008 R2, Windows Vista SP1, Windows Server 2003 SP1, Windows XP SP3 или более поздних. В файле .pro должны быть явно указаны полные пути к библиотекам, как в **табл. 3**.

Таблица 4

```
icudt52.dll
icuin52.dll
icuuc52.dll
libgcc_s_dw2-1.dll
libstdc++-6.dll
libwinpthread-1.dll
Qt5Core.dll
Qt5Cored.dll
Qt5Gui.dll
Qt5Guid.dll
Qt5Widgetsd.dll
platforms/qwindows.dll
platforms/qwindowsd.dll
```

Откомпилированный исполняемый файл программы вместе с файлами конфигурации (.cfg) и стилей (.qss) находятся в приложенной к статье папке USB_HID_Note. Там же находятся необходимые динамические библиотеки Qt (файлы .dll). Как известно, это требование обязательно для любого приложения, разработанного в Qt. Список этих библиотек для рассматриваемого случая приведён в **табл. 4**.

Все библиотеки копируют из папки ..\Tools\QtCreator\bin\, за исключением двух последних, которые копируют из ..\5.3\mingw482_32\plugins\platforms\ и размещают в соответствующей подпапке рабочей папки программы. Можно также самостоятельно скопировать их с

компьютера, на котором выполнялась компиляция программы, в рабочую или системную папку программы (размер архива — 126 Мбайт, в распакованном виде — 400 Мбайт).

Алгоритм программы основан на стандартных решениях, приведённых в [7]. Особенности реализации связаны, в первую очередь, с использованием разных языков программирования (в отличие от описанных в источнике Delphi и C#). Для использования функций HID API и SetupAPI необходимо подключить заголовочные файлы hidsdi.h и setupapi.h соответственно.

Обработчик нажатия на экранную кнопку — процедура on_Connect Button_clicked(). Сначала с помощью функции драйвера HidD_GetHidGuid определяется GUID, связанный с HID. Затем вызываются функции SetupAPI для создания перечислителя интерфейса и получения HID-имени устройства. Подробно это описано в [7] на с. 333. В рассматриваемом случае намеренно не использованы функции определения имени продукта или его серийного номера. Производится только проверка пары VID/PID. Так сделано, чтобы избежать возможности коммерческого использования устройства. Значения VID/PID заданы константой Dev_VID_PID в файле global_vars.h.

После обнаружения устройства управление снова передаётся драйверу HID. Функция CreateFile запрашивает его дескриптор, HidD_GetPreparsedData возвращает указатель на буфер, содержащий информацию о параметрах устройства, а HidP_GetCaps возвращает структуру со значениями этих параметров.

В отличие от обычно используемого способа с размером репорта, присваиваемым непосредственно в программе, здесь его значение определяет элемент структуры Caps.FeatureReportByteLength, получаемый из дескриптора. Это позволяет создать более универсальное решение, не требующее внесения изменений в программу и повторной её компиляции при изменении размера репорта в дескрипторе устройства.

Собственно обмен информацией происходит с помощью функций HidD_Get Feature (чтение) и HidD_SetFeature (запись), вызываемых в соответствующих процедурах data_read() и data_ transfer() в циклах в соответствии с числом ячеек. Как уже отмечалось, число элементов массива, принимаемых сигнализатором, на единицу больше, чем отправляемых, поскольку для синхронизации компьютер всегда передаёт текущее время.

Подробный комментарий с описанием назначения наиболее важных процедур имеется в тексте программы. Назначение остальных процедур либо стандартное, либо интуитивно понятное, например, on_comboBox_ currentIndexChanged() — обработчик события изменения индекса comboBox. Закомментированные строки qDebug и им сопутствующие были предназначены только для отладки программы. При необходимости отладки и просмотра в окне встроенного отладчика Qt хода обмена информацией все эти инструкции следует раскомментировать.

Общую конфигурацию программа хранит в файле settings.cfg. Он имеет обычный текстовый формат, при необходимости его можно редактировать вручную. Его секция [General] содержит число ячеек NUM_BOX=8 и число сигналов на ячейку NUM_BOX_CALL=4, в секции [view] целыми числами задано положение окна программы на экране. Секция [names] содержит наименования препаратов по ячейкам, секция [used] — флаги активности ячеек, секция [times] — значения времени срабатывания в формате UNIX timestamp. Последние носят в основном информационный характер, поскольку рабочие значения находятся в памяти микроконтроллера сигнализатора. При ручном редактировании файла следует учесть, что параметры name имеют формат C/C++/Java source code (например, \u3256).

И в заключение несколько рекомендаций тем, кто желает самостоятельно изменить число сигналов, подаваемых устройством. Если число ячеек фиксировано, число сигналов на ячейку изменить сравнительно несложно. В программе микроконтроллера для этого необходимо, во-первых, изменить константу NUM_CALLS. Её значение должно быть равно произведению числа ячеек на максимальное число сигналов на каждую ячейку. В рассмотренном в статье случае оно равно 8×4=32. Во-вторых, в процедуре switch... case... число операторов case в каждой строке должно быть равно числу сигналов на одну ячейку. При этом аргументы операторов case должны образовывать непрерывную последовательность от 0 до NUM_CALLS-1. Тело функции и оператор break остаются без изменений. Затем программу необходимо сохранить и заново откомпилировать.

В программе для компьютера никаких корректировок не требуется. Достаточно изменить значение константы NUM_BOX_CALL (число сигналов на ячейку) в файле settings.cfg. Оно должно строго соответствовать заложенному в программу микроконтроллера.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дриневский В., Сироткина Г.** Музыкальные синтезаторы серии УМС. — Радио, 1998, № 10, с. 85.

2. Universal Serial Bus. HID Information. — URL: **http://www.usb.org/developers/hidpage/** (05.09.16).

3. V-USB. — URL: **https://www.obdev.at/products/vusb/index.html** (05.09.16).

4. Архив драйвера vusb-20100715. — URL: **https://www.obdev.at/downloads/vusb/vusb-20100715.tar.gz** (05.09.16).

5. Компилятор WinAVR-20100110. — URL: **https://sourceforge.net/projects/winavr/files/WinAVR/20100110/WinAVR-20100110-install.exe/download** (05.09.16).

6. USB для AVR. Часть 2. HID Class на V-USB. — URL: **http://we.easyelectronics.ru/electro-and-pc/usb-dlyaavr-chast-2-hid-class-na-v-usb.html** (05.09.16).

7. **Агуров П.** Практика программирования USB. — С.-Пб.: "БХВ-Петербург", 2006.

От редакции. *Программы для микроконтроллера и компьютера имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/signal.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2017

Автоматический включатель света в прихожей

К. СТЕПАНОВ, г. Таганрог

Пожалуй, каждый жилец многоквартирного многоэтажного дома сталкивается с неудобством, ныряя в темень своей прихожей, где начинает наощупь искать включатель света. Чтобы этого не делать, достаточно изготовить и установить предлагаемое устройство автоматического включения света на определённое время.



Рис. 1

Устройство представляет собой таймер, запускаемый датчиком (герконом) при открывании двери. Геркон 4 (**рис. 1**) устанавливают на притолоке 1 со стороны прихожей, а магнит 2 — с внешней стороны на двери 3 (при условии, что она открывается внутрь) так, чтобы при закрытой двери контакт был разомкнут, а при её открывании на доли секунды замыкался (цифрой 5 обозначены петли, на которых поворачивается дверь). В этот момент и будет запускаться таймер.

Таймер (**рис. 2**) состоит из усилителя на транзисторах VT1—VT3, времязадающей цепи R3C1 и нагрузки — лампы EL1 (стандартная светодиодная лампа "СТАРТ" или "Navigator" мощностью 6 Вт, что равносильно 50 Вт обычной лампы накаливания, и/или обмотка реле K1). Работает устройство следующим образом. В исходном состоянии конденсаторы разряжены, транзистор VT1 открыт, а составной транзистор VT2VT3 закрыт, поэтому лампа EL1 и реле K1 обесточены. При открывании двери магнит проходит около геркона, его контакты на мгновение замыкаются и конденсатор C1 через диод VD1 и токоограничивающий резистор R2 заряжается до напряжения питания. После этого конденсатор начинает разряжаться через резисторы R1, R3. Положительное напряжение с конденсатора поступает на затвор транзистора VT1 и закрывает его. В результате составной транзистор VT2VT3 открывается и загорается лампа EL1 (срабатывает реле K1). Конденсатор C2 служит для удержания составного транзистора в открытом состоянии на время обратного хода двери. Как только конденсатор C1 разрядится до нескольких вольт, транзистор VT1 откроется вновь, а транзистор VT2VT3 соответственно закроется, конденсатор C2 разрядится, лампа погаснет (реле обесточится), устройство вернётся в исходное состояние.

Питается таймер от источника бесперебойного питания (ИБП) С1200-Д1 СКАТ-1200Д исп. 1, что решает проблему аварийного освещения при пропадании напряжения сети 230 В. ИБП также питает охранно-пожарную сигнализацию, включающую в себя GSM-передатчик.

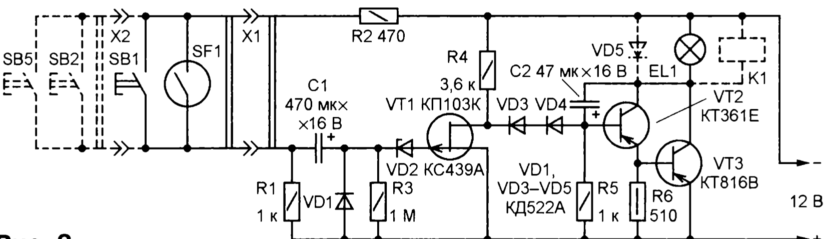


Рис. 2

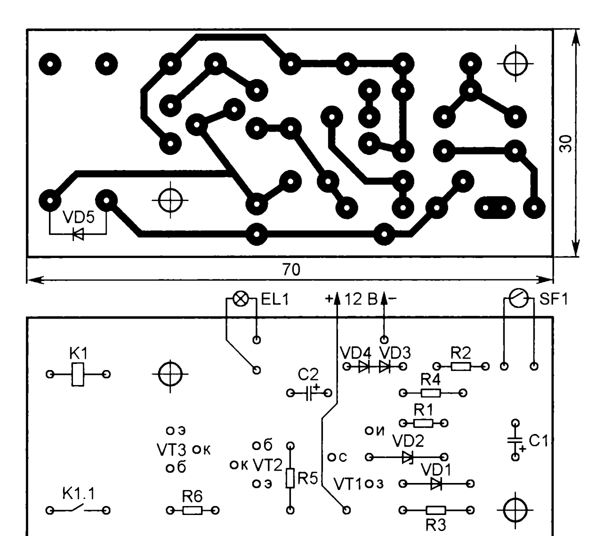


Рис. 3

Детали таймера размещены на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертёж возможного варианта которой показан на **рис. 3**. Конденсатор C1 — желательно танталовый с возможно меньшим током утечки, резисторы — любого типа, транзисторы — указанных на схеме серий с любым буквенным индексом. Если не используется геркон, резистор R2 исключают.

Транзистор VT3 расположен на Г-образном теплоотводе размерами 25×50 мм из листового алюминиевого сплава толщиной 1,5 мм. Плата помещена в металлическую консервную банку, причём верхняя часть теплоотвода привинчена к её дну. Для коммутации высоковольтной нагрузки используют реле, например, 12-вольтное Galanz JD2-1A 12VDC (способно коммутировать переменное напряжение 250 В при токе 16 А). Для защиты от противоЭДС, возникающей при закрывании составного транзистора VT2VT3, его обмотку шунтируют диодом VD5, который припаивают непосредственно к выводам реле. Геркон SF1 — КЭМ-1.

При налаживании, возможно, потребуется подборка резистора R4 для надёжного открывания составного транзистора VT2VT3.

Увидев описанное устройство в работе, мои товарищи расширили область его применения: добавив установленные на этажах кнопки SB2—SB5 (показаны на схеме штриховыми линиями), они превратили устройство в автомат управления лестничным освещением в пятиэтажном доме (причём экономичный, с аварийным освещением, и электро- и пожаробезопасный).

Знакомый дачник использует устройство как регулируемый таймер (для этого достаточно заменить резистор R3 переменным сопротивлением 3,9 МОм и исключить конденсатор C2), который с помощью реле K1 включает на определённое время (от 1 мин до 1 ч) обычный электрочайник или иной электроприбор (кипятильник, печку и т. п.). Надо только для стабильности выдержек времени не забыть перед градуировкой шкалы переменного резистора отформовать конденсатор C1 (подключить его на сутки к источнику напряжения 12 В). Поскольку нагрузка составного транзистора без осветительной лампы значительно меньше, теплоотвод транзистору VT3 не нужен.

А сосед поставил таймер в туалет, где в качестве нагрузки включается не лампа, а вытяжной вентилятор. Устройство может найти применение и на производстве, где имеются неосвещённые естественным светом комнаты (электрощитовые, станции пожаротушения и пр.). Для автономного питания подойдёт блок питания от антенного усилителя, например, "Zolan" (выход — 12 В, 100 мА).

Релейный контроллер пульта управления канализационной насосной станции

С. ЧЕРНОВ, г. Самара

Канализационная насосная станция (КНС) предназначена для отведения сточных вод на промышленных или бытовых объектах. В стандартной комплектации она состоит из накопительной ёмкости для сбора этих вод, двух насосов для их откачки и пульта управления (ПУ).

В ПУ современных КНС широко используют электронные контроллеры. Это предъявляет довольно жёсткие требования к питанию КНС и уровню подго-

ДУ
БУНС
1 2 3 4 5
ФСУ
М1
М2

Рис. 1

товки обслуживающего персонала, который при необходимости должен уметь запросить с пульта информацию о состоянии узлов станции. В крупных городах и на больших промышленных объектах наличие сетевого напряжения в допустимых пределах и подготовленных специалистов — нормальное явление. В небольших же посёлках, садовых товариществах или небольших фермах, где зачастую напряжение в сети весьма далеко от номинального и о достаточно грамотном обслуживающем персонале говорить трудно, применение электронных контроллеров в ПУ сопряжено с частыми сбоями в работе КНС и трудностями диагностики возникшей неисправности.

В конструкции, предлагаемой вниманию читателей, все необходимые функции ПУ КНС реализованы с помощью электромагнитных реле без использования электронных контроллеров. Применение малогабаритных герметичных реле, предназначенных для печатного монтажа, позволило значительно снизить габариты изделия. ПУ не требует высококачественного питания, не подвержен сбоям от импульсных помех и может работать в широком интервале температуры.

Предлагаемый ПУ предназначен для использования в качестве основного элемента управления в составе КНС и может работать как в автоматическом (основном), так и в ручном (отладка, ремонт) режиме работы. Предусмотрены автоматическая смена работы двух насосов для равномерной наработки, контроль перегрузки насоса, его перегрева и попадания в него воды (при наличии соответствующих встроенных датчиков). Есть светодиодная индикация состояния основных узлов ПУ, текущая и аварийная сигнализация, возможны дистанционный контроль работы шкафа управления (ШУ) как по линии, так и с использованием, например, модуля GSM "Кситал", и контроль работы автоматического включения резерва (АВР) при наличии двух питающих вводов.

Структурная схема устройства представлена на **рис. 1**. Оно состоит из датчика уровня (ДУ) сточных вод в накопительном резервуаре, блока управления насосной станции (БУНС) и двух насосов (на схеме показаны как электродвигатели М1 и М2). В свою очередь, ДУ состоит из собственно датчика уровня и формирователя сигналов управления (ФСУ) для БУНС. В качестве датчиков уровня наполнения накопительной ёмкости используются металлические штыри, что позволяет при необходимости обойтись накопителем небольшого объёма. Возможно применение и поплавковых датчиков с механическими контактами, в этом случае отпадает необходимость в применении ФСУ.

Питание штыревых датчиков, ФСУ и БУНС осуществляется от источника напряжением 12 В при максимально потребляемой мощности 6 Вт. Выходное напряжение для питания насосов — переменное 230 В при токе до 5 А. Это позволяет напрямую включать насосы мощностью до 1 кВт. При большей мощности необходима соответствующая "обвязка" включения насосов: прямой пуск, включение звезда/треугольник, использование плавного пуска или частотного преобразователя. Это уже определяется мощностью конкретных применённых насосов.

Рассмотрим работу составных частей устройства в отдельности.

ФСУ ДУ. Его схема представлена на **рис. 2**. Содержит четыре одинаковых канала контроля уровня наполнения. Первый штырь (см. рис. 1) является общим по отношению ко всем осталь-

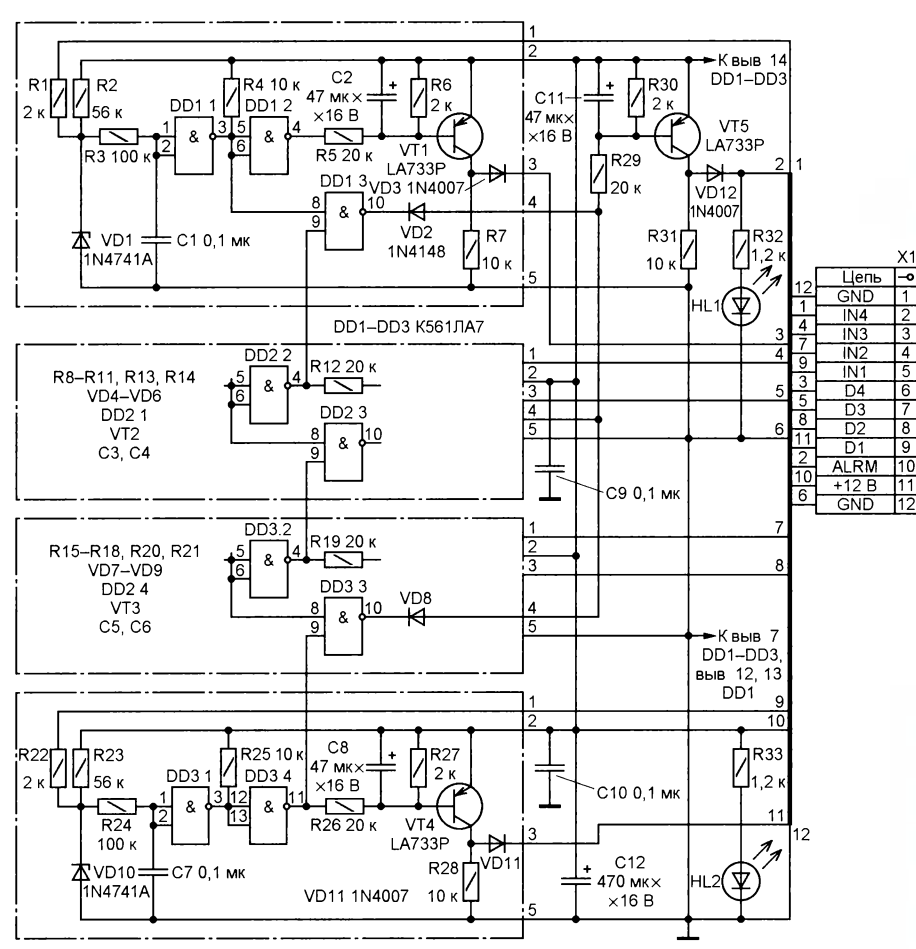


Рис. 2

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ным, второй — вместе с ним контролирует первый уровень наполнения, третий и четвёртый штыри — соответственно второй и третий уровни, а пятый выявляет аварийную ситуацию — угрозу затопления станции. По мере заполнения накопительной ёмкости на выходах ФСУ поочерёдно появляются сигналы D1, D2, D3 и D4 напряжением 12 В, которые поступают на соответствующие входы БУНС. В устройстве не допускается наличие следующего сигнала при отсутствии предыдущего, тем самым осуществляется контроль целостности системы штыревых датчиков.

В отсутствие сточных вод сопротивление между штырями велико, на выходах элементов DD3.4, DD3.2, DD2.2 и DD1.2 присутствует высокий уровень, ключи на транзисторах VT4, VT3, VT2 и VT1 закрыты, соответственно на выходах D1—D4 (контакты 9—6 разъёма X1) напряжение отсутствует. По мере наполнения накопительной ёмкости сопротивление между контактами 1 и 5 разъёма X1 падает, на выходе элемента DD3.4 появляется низкий уровень, что приводит к открыванию ключа на транзисторе VT4 с выдачей напряжения на выход D1 (контакт 9). Цепь R22VD10 защищает вход от возможных наводок, цепи R24C7 и R26C8 защищают от ложных срабатываний (возникают при вибрации жидкости в накопительной ёмкости). Одновременно на вход элемента DD3.3 (вывод 9) поступает низкий уровень, запрещающий его работу и не допускающий выработку сигнала ALRM (авария) первого датчика.

Аналогично работает второй канал контроля уровня, который отличается от первого наличием дополнительного элемента DD3.3. Если сигнал от первого канала отсутствует, на нижнем (по схеме) входе этого элемента (вывод 9) присутствует высокий уровень. При срабатывании датчика второго канала такой же уровень появляется и на втором (верхнем) входе элемента DD3.3, в результате чего на его выходе формируется низкий уровень, что вызывает открывание транзистора VT5 через диод VD8. На контакте 10 разъёма X1 появляется сигнал ALRM (авария) и включается светодиод HL1. Светодиод HL2 — индикатор наличия питания ДУ.

Таким же образом элементами DD2.3 и DD1.3 осуществляется контроль исправности работы 3 и 4 канала соответственно.

Резисторы R4, R11, R18 и R25 были зарезервированы при разработке для нагрузки выходов элементов DD1.1, DD2.1, DD2.4 и DD3.1. На практике необходимости в них не возникло.

БУНС. Принципиальные схемы узлов основной платы БУНС представлены на **рис. 3—10**. На их входных или выходных цепях условно показаны примеры получения или использования сигналов управления для понимания работы блока в целом и его использования в ШУ. В этих же целях на линиях электрической связи стрелками показаны направления поступления сигнала.

БУНС предназначен для использования в качестве основного элемента управления в составе ШУ КНС и предназначен для управления, контроля и защиты электродвигателей двух насосов, применяющихся для откачивания канализационных вод. Блок обеспечивает работу КНС как в ручном, так и в автоматическом режиме. Основной режим работы — автоматический. При этом обеспечиваются посменная работа насосов для равномерной их наработки и аварийное включение в работу второго насоса, при отказе первого.

БУНС обеспечивает контроль уровня наполнения накопительной ёмкости сточными водами и управления работой насосов сигналами, поступающими из блока ДУ или от четырёх поплавковых выключателей. Для простоты понимания рассмотрим работу блока с применением именно таких датчиков уровней, которые на схемах показаны как элементы коммутации, подающие напряжение +12 В на входы D1—D4 основной платы.

Рис. 3

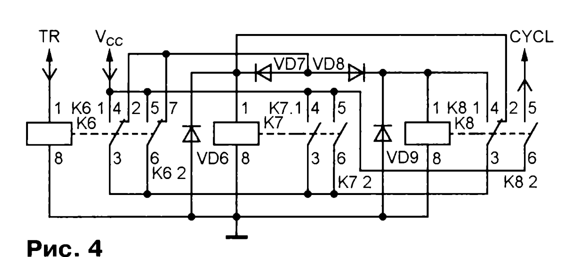


Рис. 4

Поплавковый выключатель первого уровня подаёт сигнал о минимальном уровне наполнения резервуара и отключает оба насоса, после чего их работа становится невозможной ни в ручном, ни в автоматическом режимах. По мере заполнения ёмкости поплавок поднимается и наступает момент, когда управляемый им выключатель срабатывает, и разрешается работа насосов в любом режиме. Поплавковый выключатель второго уровня срабатывает при достижении рабочего уровня жидкости. БУНС при этом включает в работу в автоматическом режиме один из насосов в соответствии с очерёдностью его включения. Выключатель третьего уровня подаёт сигнал о пиковом уровне наполнения, что приводит к включению в работу обоих насосов одновременно, а выключатель четвёртого сигнализирует о предельно высоком уровне сточных вод (угроза затопления КНС). По его команде БУНС включает световую (а если есть, и звуковую) сигнализацию "Авария" с выдачей причины срабатывания на своей светодиодной панели индикации состояния, а также обесточивает реле дистанционного контроля. В исправном состоянии системы оно всегда находится под напряжением (это необходимо для дистанционного контроля сигнала "Авария" даже при отсутствии питания ШУ КНС).

БУНС обеспечивает защиту электродвигателей насосов от перегрузки (автоматами защиты их в ШУ), а также от перегрева или попадания воды в систему смазки насосов (при наличии встроенных в них датчиков). Рассмотрим более подробно работу отдельных узлов БУНС.

Датчики уровня воды. Этот узел устройства собран на реле K1—K5 (**рис. 3**). Сигнал на разрешение работы датчиков уровня (START1 или START2) приходит из узла управления насосами через контактную группу K4.1 при исправности хотя бы одного из насосов. После поступления сигнала от датчика первого уровня срабатывает реле K4 и контактами K4.2 разрешает самоблокировку реле K3 и K2. Срабатывают они при поступлении сигналов соответственно от поплавков 2 и 3 и остаются в этом состоянии до отпускания реле K4. Таким образом, после запуска насосы продолжают работать до тех пор, пока не обесточится реле K4. При срабатывании реле максимального уровня K1 на шине аварии D4 появляется напряжение питания, что приводит к выдаче сигнализации об аварии (угроза затопления станции). Сигнал о срабатывании датчиков уровня через контакты реле K5 поступает в узел контроля и запуска насосов. Реле K5 предназначено для смены очерёдности включения насосов при последующих циклах работы: сигнал START1 управляет работой насоса 1, сигнал START2 — насоса 2.

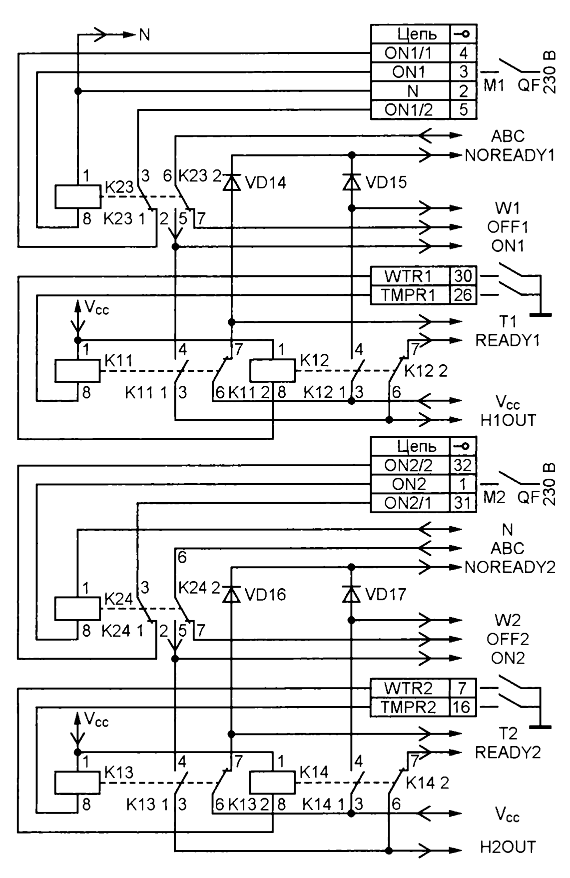


Рис. 5

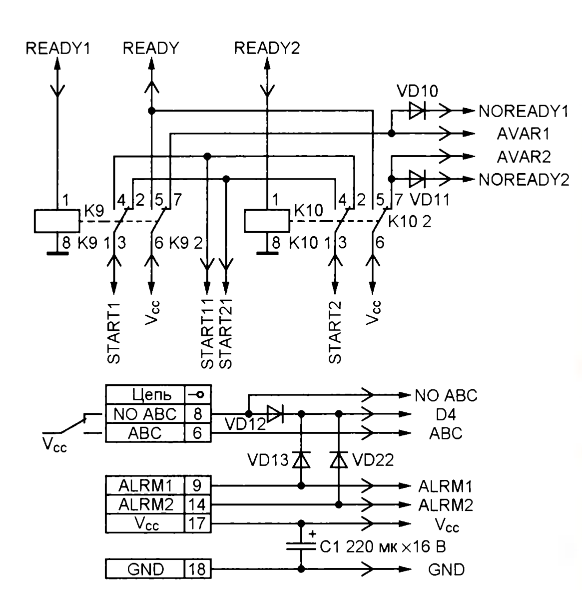


Рис. 6

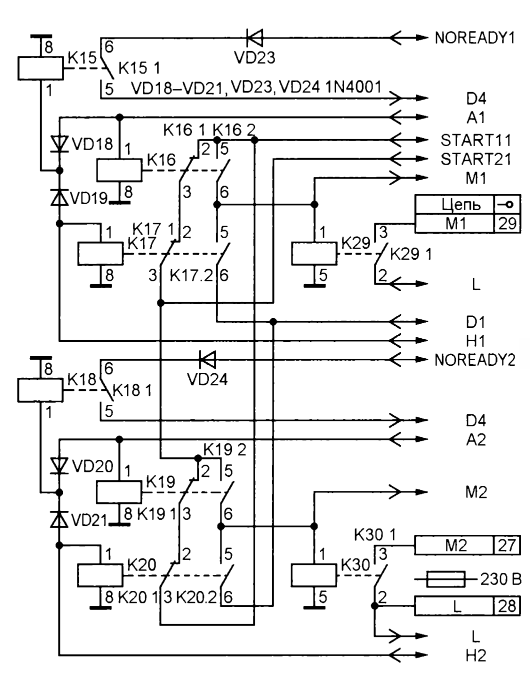


Рис. 7

Триггер смены насосов (**рис. 4**) собран на реле К6—К8 и диодах VD7, VD8 (схема заимствована из статьи **Тютюнникова С.** "Переключатель гирлянд на электромагнитном реле", опубликованной в "Радио", 1978, № 11, с. 50). Работает этот узел устройства так. После очередного срабатывания реле К4 сигнал TR включает реле К6, затем срабатывает реле К7 по цепи источник питания V_{CC}—контакты К6.1—контакты К8.1 и самоблокируется контактами К7.1 через контакты К8.1. После окончания цикла откачки отпускает реле К6 и его переключающий контакт К6.1 подключает к источнику питания (по цепи V_{CC}—К7.1—К6.1—VD8) реле К8, которое самоблокируется контактами К8.1 по цепи V_{CC}—К7.1—К8.1. При этом реле К7 остаётся под напряжением. При последующем срабатывании реле К6 его контакты К6.1 отключают диоды VD7 и VD8, и реле К7 обесточивается, а реле К8 остаётся включённым через замкнутые контакты К6.1 и К8.1. После окончания очередного цикла откачки отпускает реле К6 и своими контактами обесточивает реле К8, поскольку К7 было обесточено ранее. Устройство возвращается в первоначальное состояние. Таким образом, за два цикла откачки реле К8 срабатывает только один раз, что и обеспечивает смену очерёдности включения насосов.

Узел контроля состояния насосов (**рис. 5**) собран на реле К11—К14. При исправных насосах реле К11 и К13 включены, а К12 и К14 обесточены. На выходе узла формируются сигналы о готовности READY1 (для насоса 1) и READY2 (для насоса 2). При перегреве насоса 1 отпускает реле К11, своими контактами К11.1 оно разрывает цепь READY1, а контактами К11.2 выдаёт (через диод VD14) сигнал об аварии насоса на шину D4. После охлаждения насоса это реле вновь срабатывает и позволяет включить насос. Если датчики перегрева в насосах отсутствуют, вместо реле К11 и К13 необходимо установить перемычки (их вставляют в отверстия, предназначенные для контактов 3 и 4 реле).

При попадании воды в насос 1 срабатывает реле К12, контактами К12.2 оно обрывает цепь READY1, а контактами К12.1 выдаёт (через диод VD15) сигнал аварии насоса на шину D4. Дальнейшая работа насоса невозможна до устранения неисправности. Аналогично работают цепи защиты на реле К13, К14 для насоса 2.

Контроль наличия питания насосов осуществляют реле К23 и К24. При включённых автоматах защиты двигателей насосов оба реле находятся под напряжением 230 В, вырабатываются сигналы ON1 и ON2, разрешающие включение соответствующего насоса в работу. При пропадании питания насоса выдаётся сигнал об аварии OFF1 или OFF2, соответствующий насос выводится из работы с соответствующей световой индикацией и выдаётся сигнал для дистанционного контроля.

Узел запуска насосов (**рис. 6**) собран на реле К9 (START1) и К10 (START2) и предназначен для запуска насосов по команде от датчиков уровня с анализом возможности их работы. В исправном состоянии реле находятся под током от сигналов READY1 (для

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

насоса 1) и READY2 (для насоса 2). При поступлении сигнала на запуск насоса 1 сигнал START1 проходит через замкнутые контакты K9.1 в узел режима работы, который запускает этот насос в работу. В случае аварии насоса 1 реле K9 отпускает, цепь START1 включает насос 2. При этом на выходе цепи START21 присутствует всё ещё высокий уровень за счёт второго насоса. Если насос 2 тоже перешёл в аварийное состояние, то цепь START21 обесточивается и система останавливается полностью. Если оба насоса находятся в исправном состоянии и поступил сигнал READY2, происходит запуск второго насоса.

Узел коммутации насосов (**рис. 7**) собран на реле K15—K17, K18—K20. Сигналы на включение насосов формируются в зависимости от поступления сигналов START11 и START21. Если установлен автоматический режим для обоих насосов, включены реле K16 и K19. При поступлении сигналов START11 и/или START21 выдаются сигналы M1 и M2 на запуск соответствующих насосов в зависимости от сигналов A1, A2, H1, H2 (Auto/Hand): A1 (A2) — установлен автоматический режим работы насоса 1 (насоса 2), H1 (H2) — установлен ручной режим работы тех же насосов. Выбор режима ("Автомат—Выключен—Ручной") осуществляется переключателями SA1 и SA2 на три положения (см. далее).

Сигналы на включение M1 и M2 формируются только при наличии готовности соответствующих насосов, и при их отсутствии включение в автоматическом режиме невозможно. В ручном режиме запрет на включение формируется только при наличии перегрева в насосе. Сигнал о наличии воды в системе смазки насоса всё же

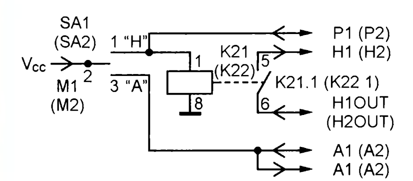


Рис. 8

позволяет включить его в ручном режиме для откачки воды, чтобы иметь возможность извлечь насос для его замены или ремонта. Сигнализация аварийного состояния устройства при этом продолжает работать. Если один из насосов выключен (выведен из работы), то сигналы START11 и START21 объединяются для возможности работы от второго датчика уровня вне зависимости от текущего цикла работы.

Узел управления режимами работы (**рис. 8**) собран на переключателях выбора режима SA1 (насос 1), SA2 (насос 2) и реле K21, K22. В зависимости от положения переключателей вырабатываются соответственно сигналы A1, H1 и A2, H2.

Узел дистанционного контроля (**рис. 9**) позволяет дистанционно конт-

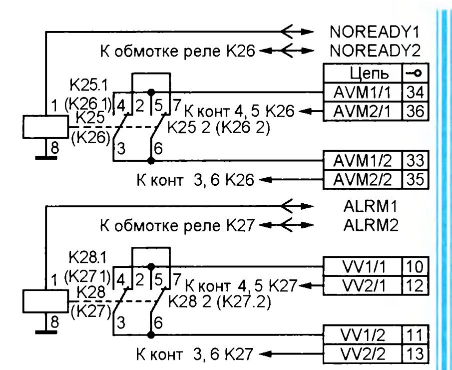


Рис. 9

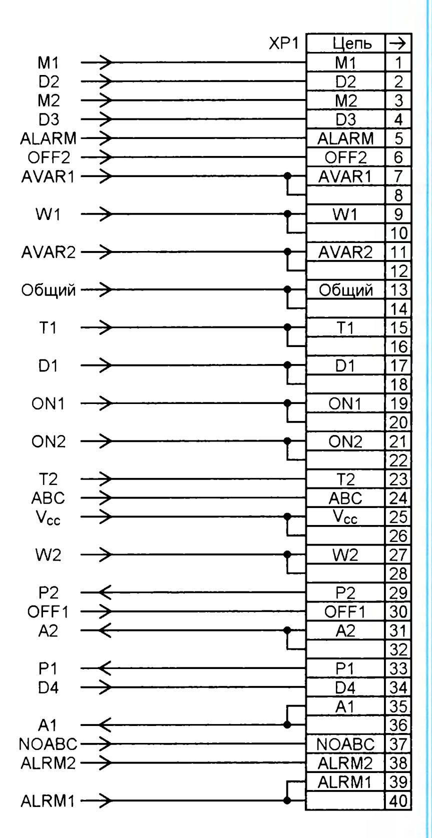


Рис. 10

ролировать исправность насосов (первого — с помощью реле K25, второго — K26). При питании ШУ от двух силовых вводов (фидеров) и использовании системы автоматического включения резервного питания (АВР) реле K28 обеспечивает дистанционный контроль первого фидера, реле K27 — второго. Если необходимости в дистанционном контроле нет, реле K25—K28 не устанавливают.

Для соединения основной платы с платой индикации применены разъёмные соединители, на платах установлены их вилки, а розетки смонтированы на концах ленточного кабеля. Схема соединений цепей БУНС с контактами вилки на основной плате блока показана на **рис. 10**.

(Окончание следует)

Простые автоматы управления лестничным освещением имеют в своей основе реле времени, включающее освещение на определённое время. Момент включения они определяют по срабатыванию датчика (механического или электронного) при входе человека на лестницу. Их недостаток — простейший алгоритм управления освещением, которое всегда включается на строго определённое время. В результате человек, который не успел за это время подняться по лестнице, заканчивает свой путь в темноте.

Другая разновидность подобных приборов свободна от этого недостатка, так как использует информацию от двух датчиков, размещённых на обоих входах на лестницу, а реле времени заменено логическим узлом, который по сигналу датчика, сработавшего первым, включает освещение, а по сигналу сработавшего вторым — выключает его. Недостаток здесь в необходимости двух датчиков и линий их связи с логическим узлом. Это приводит к громоздкости конструкции. Кроме того, автомат правильно работает, пока на лестнице находится один человек. Второй человек, ступивший на неё с другой стороны до ухода первого, преждевременно выключит освещение.

Не нужно забывать, чтобы быть экономичным, устройство должно включать освещение только при действительной необходимости, т. е. при недостаточном уровне естественной освещённости. Следовательно, в конструкции должен присутствовать датчик этой освещённости.

Более современные устройства строят на базе бесконтактных инфракрасных детекторов движения. Такое устройство включает освещение, обнаружив на лестнице движущийся объект, а выключает через некоторое время после его ухода. Главный плюс такой конструкции — компактность (естественно, если в рабочую зону детектора попадает вся лестница). Недостаток — более сложная реализация, чем описанных выше устройств, однако по мере совершенствования элементной базы он быстро уходит на второй план. Так же обстоит дело и со стоимостью устройства. Сегодня детектор движения с устройством обработки сигнала обходится потребителю едва ли не дешевле, чем десять метров кабеля, нужных для подключения удалённого датчика к устройству предыдущего поколения.

Когда передо мной встала задача создать подобное устройство, я наткнулся в Интернете на практически готовое решение для его реализации — модуль датчика движения HC-SR501, включающий в себя пироэлектрический инфракрасный датчик с линзой Френеля и узел обработки его сигнала. Как оказалось, он доступен в отечественной розничной торговой сети по цене около 100 руб. (на момент подготовки статьи). Модуль, внешний вид которого показан на **рис. 1** со стороны линзы Френеля, а на **рис. 2** — со стороны установки деталей, весьма компактен.

Официальной документации на модуль HC-SR501 найти не удалось, хотя в

Автомат управления лестничным освещением с датчиком движения

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Устройства, управляющие освещением лестницы в доме, не новы и многократно описаны в литературе и Интернете. Автор предлагает свой вариант на базе готового модуля HC-SR501 с пироэлектрическим датчиком движения.

Интернете достаточно сведений о его характеристиках, причём зачастую довольно противоречивых. Ввиду этого для получения правдоподобных сведений о возможностях модуля его характеристики пришлось перепроверять частично опытным путём, частично — путём анализа схемы. В результате автор пришёл к следующим значениям (правда, их с уверенностью можно отнести лишь к одному экземпляру модуля, подвергнутому испытаниям):

Параметры зоны обнаружения
- пределы регулировки дальности, м . . . . .3...8
- телесный угол, град. 140

Режимы срабатывания . . . .одиночное, циклическое

"Мёртвое" время между сигналами тревоги, с . . . . .2...2,5

Пределы регулировки времени удержания сигнала тревоги, с . . . . .5...250

Уровни сигнала тревоги, В
- активный 3
- пассивный 0

Напряжение питания, В . . . . . . .4,5...12

Собственный ток потребления, мА 0,06

Модуль имеет "ночной" режим работы, но для этого требуется установить в него фоторезистор.

В Интернете можно встретить информацию о работоспособности модуля HC-SR501 при напряжении питания 20...30 В. Это не соответствует действительности, так как на его входе питания установлен оксидный конденсатор с номинальным напряжением 16 В. Поэтому разумно питать его напряжением не более 12 В.

Применённая в модуле микросхема формирует на своём выходе сигнал тревоги в уровнях трёхвольтной логики. Но между её выходом и выходным контактом OUT модуля включён резистор сопротивлением 1,5 кОм, поэтому нагрузочная способность модуля очень невелика.

В режиме одиночного срабатывания после первого обнаружения движущегося в чувствительной зоне предмета логический уровень напряжения на выходе модуля становится высоким и остаётся таким на 5...250 с (время удержания устанавливают при налаживании), другие возможные в этот период обнаружения игнорируются. По истечении времени удержания уровень выходного сигнала возвращается к низкому, но следующее обнаружение становится возможным лишь после восстановления свойств датчика (это время называют "мёртвым").

В режиме циклического срабатывания после первого обнаружения движения на выходе модуля также устанавливается высокий уровень на время удержания, однако дальнейшие срабатывания, произошедшие до истечения этого времени, начинают его отсчёт заново. В результате уровень на выходе остаётся высоким до тех пор, пока длительность паузы между последовательными обнаружениями движения не превысит время удержания.



Рис. 1

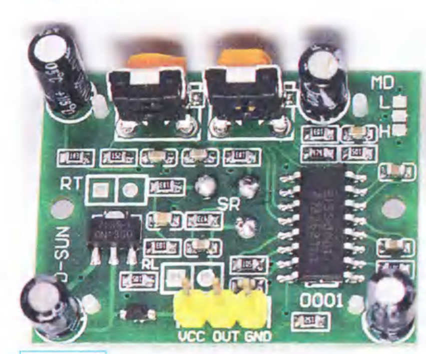


Рис. 2

На фотоснимках модуля, которые можно найти в Интернете, видна перемычка "MD", переставляя которую переключают режимы срабатывания. Однако в модуле, который имеется у автора, лишь обозначено место для её установки, а печатные проводники разведены так, что модуль всегда работает в режиме циклического срабатывания.

Под "ночным" режимом работы подразумевается блокировка срабатывания модуля в светлое время суток. Эта полезная функция позволяет экономить как электроэнергию, так и ресурс источников света. Для её реализации в отверстия, помеченные на плате модуля как "RL" (рис. 2), необходимо впаять фоторезистор. Никаких данных о его характеристиках и особенностях режима автору найти не удалось, однако установка фоторезистора GL5516 с темновым сопротивлением около 500 кОм дала вполне удовлетворительный результат. Срабатывать в светлое время суток модуль перестал, поэтому дальнейшие исследования в этом направлении не проводились.

Модуль HC-SR501 значительно облегчил создание автомата управления лестничным освещением. К нему пришлось добавить лишь коммутатор источника света и узел питания. Коммутатор было решено построить на симисторе, что сделало устройство более компактным, надёжным и бесшумным по сравнению с электромагнитным реле. Учитывая, что собственное потребление тока таким устройством невелико, для узла питания была выбрана бестрансформаторная схема. Это позволило уменьшить общие размеры устройства, принципиальная схема которого показана на **рис. 3**. Оно питается от сети 230 В, 50 Гц, потребляя в основном реактивную, не учитываемую бытовыми счётчиками, мощность около 5 В·А, и способно коммутировать лампы общей мощностью до 200 Вт.

Бестрансформаторный узел питания (C2, VD1, VD2, C1) формирует постоянное напряжение 5 В. Коммутатор осветительных ламп построен на симисторе VS1, управляемом симисторным оптроном U1. Оптроном в свою очередь управляет выходной сигнал модуля HC-SR501. Но управлять оптроном

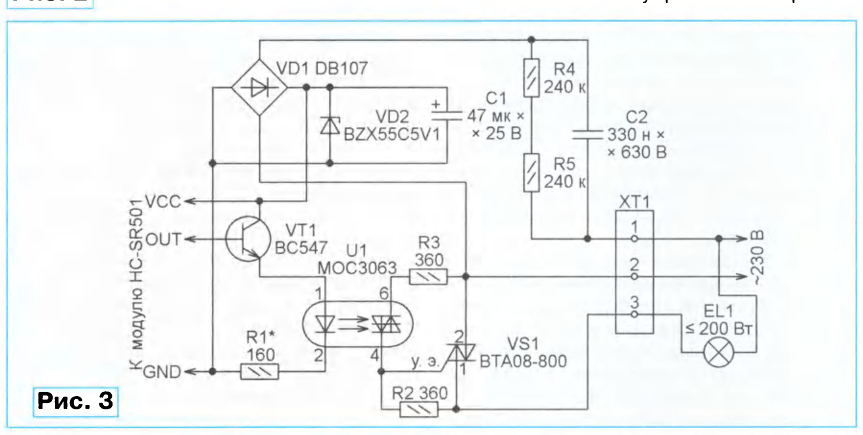
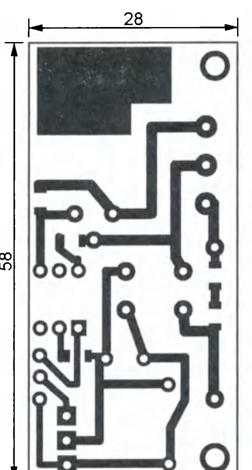
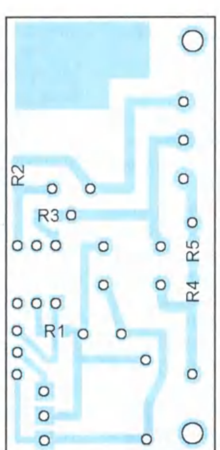


Рис. 3

непосредственно модуль не может, поскольку минимальный ток излучающего диода оптрона, при котором открывается его фотосимистор, — 5 мА, а нагрузочная способность выхода модуля существенно ниже. Поэтому излучающий диод подключён к модулю через эмиттерный повторитель на транзисторе VT1, который обеспечивает необходимое усиление тока.





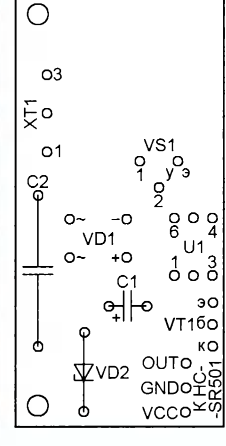


Рис. 4

Применённый в качестве VS1 симистор BTA08-800 может коммутировать значительно более мощную цепь, чем указано выше. Но для этого его пришлось бы установить на теплоотвод, места для которого в авторском варианте конструкции не предусмотрено ввиду ограниченных размеров корпуса.

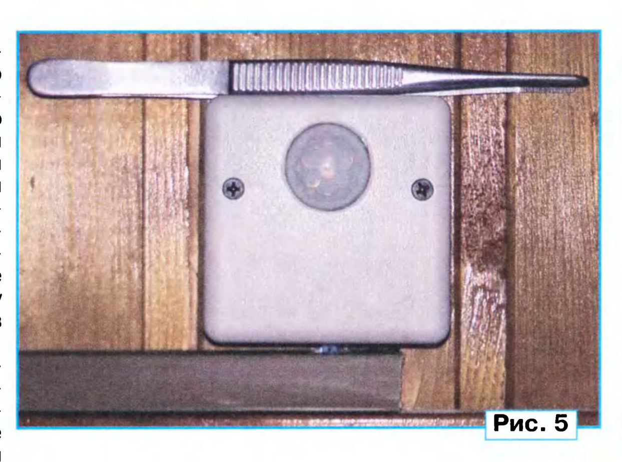


Рис. 5

Все детали автомата, за исключением модуля HC-SR501, размещены на печатной плате размерами 58×28 мм (**рис. 4**), с которой модуль соединён тремя проводами. Плата рассчитана на установку резисторов для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Остальные детали — в обычном исполнении. Оксидный конденсатор C1 "уложен" на плату и приклеен к ней. Конденсатор C2 — К73-17 с номинальным постоянным напряжением 630 В или аналогичный импортный. Трёхконтактная винтовая колодка XT1 для подключения питающей сети и светильника EL1 — DG301-5.0-03P-12. Всё устройство, внешний вид которого показан на **рис. 5**, помещено в стандартный корпус G515B размерами 66×66×30 мм.

Для реализации "ночного режима" (если он необходим) снимите с платы модуля линзу Френеля (сделать это очень легко), вставьте в отверстия "RL" выводы фоторезистора и припаяйте их, после чего установите линзу Френеля обратно. Но впаивать фоторезистор следует только после завершения налаживания и регулировки устройства, в противном случае проводить эти операции придётся в темноте, что очень неудобно.

Поскольку все элементы описанного устройства находятся под напряжением питающей сети, работая с ним при открытом корпусе, следует соблюдать правила электробезопасности.

Первое включение устройства целесообразно проводить без модуля HC-SR501, что позволит уберечь этот модуль от повреждения в случае неправильной работы узла питания. Включив устройство в сеть, прежде всего проверьте напряжение на конденсаторе C1, которое должно находиться в пределах 5,1±0,3 В. Через 20...30 с отключите устройство от сети и оцените температуру корпуса стабилитрона VD2. Он может быть чуть тёплым. Сильный нагрев корпуса стабилитрона свидетельствует о неправильном выборе ёмкости или неисправности конденсатора C2.

Далее подключите к контактам 1 и 3 колодки XT1 лампу накаливания на 230 В. Включите устройство в сеть и подождите 20...40 с завершения переходных процессов в модуле (в это время лампа может иногда зажигаться). Затем внесите движущийся объект в зону чувствительности модуля, например, просто взмахните вблизи него рукой — лампа должна включиться. Если так и произошло, всё работает нормально. Если нет, причинами могут быть:

— недостаточный для открывания фотосимистора оптрона U1 ток его излучающего диода. Он должен быть не менее 7...8 мА и может быть установлен подборкой резистора R1;

— неисправности деталей или ошибки монтажа.

Закончив проверку, подстроечными резисторами модуля HC-SR501 установите требуемые дальность обнаружения (правым, согласно рис. 2) и время удержания сигнала тревоги (левым, согласно рис. 2). Рекомендуется регулировать дальность обнаружения, установив устройство на место его постоянного расположения, чтобы учесть возможное влияние окружающих предметов на его работу. По завершении регулировки в модуль HC-SR501 при необходимости установите фоторезистор, обеспечивающий его работу в "ночном" режиме.

От редакции. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/stairs.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Светодиодная "свеча"-2

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Эта конструкция (**рис. 1**) отличается от ранее опубликованного на страницах журнала варианта "свечи" (**Д. Мамичев**. Светодиодная "свеча". — Радио, 2014, № 12, с. 41, 42) тем, что источником питания является элемент типоразмера АА. Кроме этого, число светодиодов уменьшено до одного и изменён способ крепления язычка пламени-экрана.

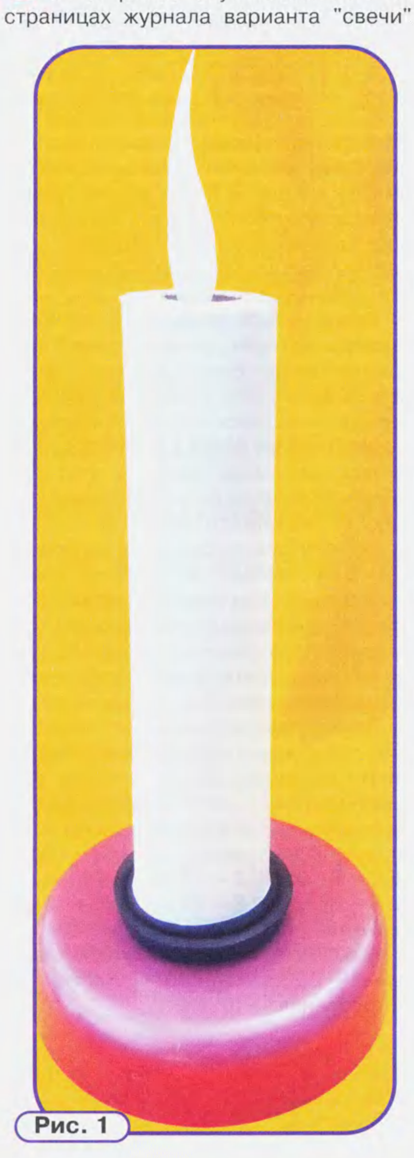


Рис. 1

Рис. 2

Схема устройства показана на **рис. 2**. После подачи питающего напряжения через резистор R1 на электродвигатель M1 опора "свечи" начнёт вращаться. Одновременно начнёт работать повышающий преобразователь напряжения, собранный на микросхеме DA1. Импульсы напряжения с выхода преобразователя питают светодиод, который подсвечивает экран в виде пламени, и "свеча" вспыхивает (**рис. 3**).



Рис. 3

Конструкция светильника показана на **рис. 4**. Основанием 1 служит пластиковая крышка от банки геля. Резиновая прокладка 2 толщиной 1,5...2 мм обеспечивает подавление вибрации при работе электродвигателя. Пластмассовая шайба-переходник 3 выпилена лобзиком из пластмассы толщиной 3 мм. К ней прикреплён отрезок пластмассового цилиндра 17 диаметром и высотой 9...12 мм. В нём просверлено глухое

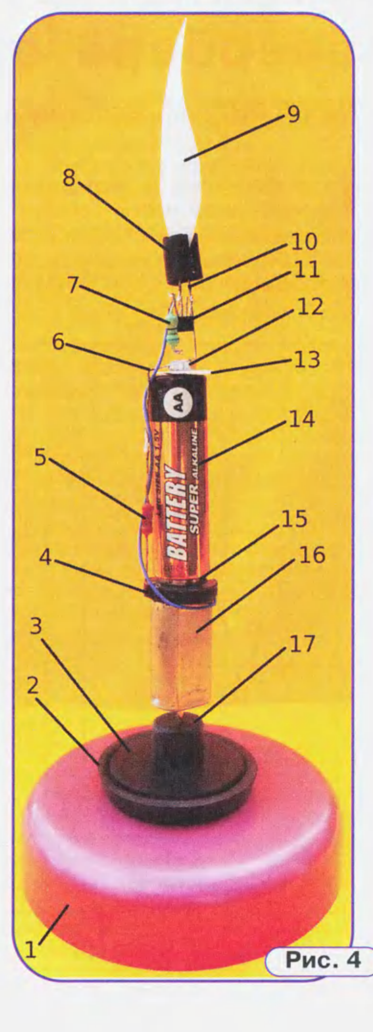


Рис. 4

отверстие глубиной 6...7 мм для крепления вала электромотора 16. Диаметр отверстия должен быть чуть меньше диаметра вала, который с небольшим усилием вставляют в него. Элементы 1, 2, 3 и 17 скреплены между собой "секундным" клеем. С другой стороны двигателя приклеивают ещё одну шайбу-переходник 4 диаметром 16 и толщиной 3 мм. В её центре просверлено сквозное отверстие, а по краям надфилем проточены два паза для выводов электродвигателя. На шайбу приклеен неодимовый магнит 15 в виде шайбы. Гальванический элемент 14 механически и электрически соединён с ним. Его боковая поверхность и плюсовой вывод питания двигателя электрически соединены (промежуток между ними залит припоем). Второй контакт-разъём 12 соединён с минусом гальванического элемента и представляет собой также неодимовый магнит, к которому припаян отрезок 6 упругой стальной проволоки, а к нему — резистор 5, другим концом соединённый с минусовым выводом электродвигателя. Выключателем питания служит бумажная вставка 13. Светодиод 10, микросхему 11 и дроссель 7 монтируют навесным способом на магнитном контакте 12. Светодиод закрывают резиновой клипсой 8 для снижения подсветки футляра "свечи". Для этого отрезок резиновой трубки разрезают вдоль и надевают на светодиод сбоку. Экран 9 вырезают из молочного пластика, например, из бутылки от кефира. В линзе светодиода делают прорезь глубиной 3...4 мм, и в неё вклеивают основание экрана.

Футляр (см. рис. 1) изготовлен из бумаги. Её наматывают на оправку подходящего диаметра (например, пластмассовую трубку) и фиксируют по краю полоской липкой ленты. Футляр устанавливают на основание. Если он из-за вибрации при вращении будет тереться об элементы "свечи", можно на шайбу 3 (см. рис. 3) приклеить отрезок высотой 20...30 мм пластмассовой оправки, на которой его наматывали, и надевать футляр на него.

Включение свечи имеет особенность. Устройство берут в руки, держа его за электродвигатель. Затем аккуратно, придерживая элемент питания и магнит 12, извлекают лепесток бумаги 13. Подставка начинает вращаться, светодиод загорается. "Свечу" ставят на опору и накрывают футляром. Отключение проводят в обратном порядке.

Применён резистор МЛТ, С2-23, микросхема и дроссель извлечены из светодиодного газонного светильника, магниты — из компьютерного DVD-привода, электромотор — из автомобильного проигрывателя компакт-дисков, он рассчитан на напряжение питания 5,9 В. Светодиод должен быть повышенной яркости красного цвета свечения с диаметром корпуса 5 мм или больше.

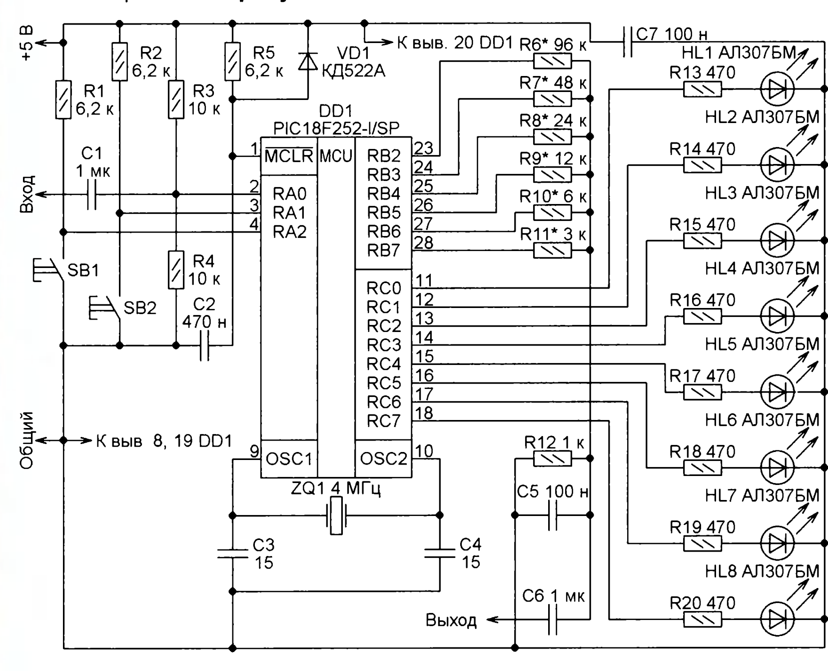
Налаживание устройства сводится к подбору номинала резистора в интервале 24...82 Ом для изменения частоты вращения электромотора, а также изменению положения магнита 12 для центровки вращения лепестка 9.

***От редакции.** Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/svecha2.zip** на нашем FTP-сервере.*

Микроконтроллерный ревербератор

А. ПИЧУГОВ, пос. Варгаши Курганской обл.

Малогабаритный и экономичный ревербератор можно собрать на микроконтроллере PIC18F252-I/SP (источник — URL: **http://lib.chipdip.ru/204/DOC000204427.pdf** (23.06.2016)). Его схема изображена на **рисунке**. Сигнал с микрофонного усилителя поступает на вход ревербератора — вывод RA0 микроконтроллера, служащий входом встроенного в него АЦП. Далее цифровые отсчёты мгновенных значений сигнала накапливаются в банке 0 и банке 2 оперативной памяти микроконтроллера. Одновременно микроконтроллер выдаёт в порт B информацию, ранее записанную в банк 1 и банк 3 оперативной памяти. К выходам этого порта подключён шестиразрядный ЦАП из резисторов R6—R12.



После записи очередного отсчёта в последнюю ячейку памяти банка 2 программа меняет банки местами. Теперь запись идёт в банк 1 и банк 3, а воспроизведение ведётся из банка 0 и банка 2. По заполнении банка 1 и банка 3 вновь происходит смена банков, и этот процесс повторяется до выключения питания. В результате выходной сигнал ревербератора оказывается задержанным относительно входного на время заполнения пары банков. Длительность задержки можно менять, изменяя частоту отсчётов входного сигнала и, следовательно, длительность заполнения пары банков памяти.

Всего предусмотрены восемь градаций задержки, переключаемых нажатиями на кнопку SB1 (в сторону увеличения) или на кнопку SB2 (в сторону уменьшения). Каждую градацию отмечает включённый светодиод: HL1 — 70 мс, HL2 — 61 мс, HL3 — 52 мс, HL4 — 44 мс, HL5 — 36 мс, HL6 — 27 мс, HL7 — 19 мс, HL8 — 11 мс.

Максимальный размах входного сигнала — 2 В, выходного — 700 мВ. Ток потребления — 10 мА.

***От редакции.** Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/rewer.zip** на нашем FTP-сервере.*

Однокнопочный выключатель с таймером

А. ЮШКОВ, г. Симферополь, Крым

Поводом для создания данного устройства послужил тот факт, что в некоторых мультиметрах (например, DT-830B) отсутствует функция автоматического отключения питания. В результате чего, забыв выключить прибор, можно в течение нескольких часов "посадить" батарею. Предлагаемый выключатель можно встроить не только в указанный мультиметр, но и в другие портативные приборы, как с автономным питанием, так и с питанием от сети.

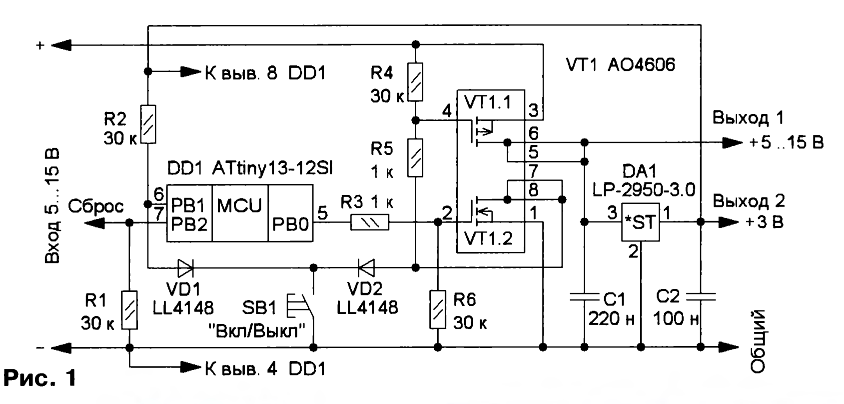


Рис. 1

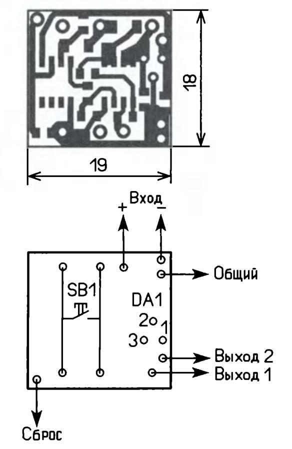


Рис. 2

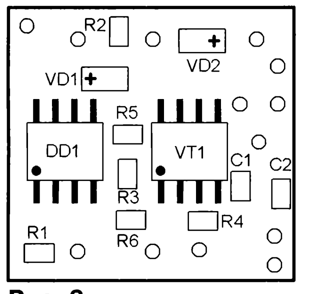


Рис. 3

Схема выключателя показана на **рис. 1**. После подачи питающего напряжения транзисторы, входящие в транзисторную сборку, закрыты. Напряжение на выходы и соответственно на микроконтроллер не поступает. После кратковременного нажатия на кнопку SB1 открывается транзистор VT1.1, и напряжение поступает на стабилизатор напряжения DA1, а с его выхода — на микроконтроллер DD1. Сразу же на выходе PB0 появляется напряжение около 3 В, открывающее транзистор VT1.2. Этот транзистор удерживает открытым транзистор VT1.1, и напряжение присутствует на обоих выходах. После отпускания кнопки включается таймер и начинается отсчёт времени задержки отключения и осуществляется контроль за состоянием контактов кнопки SB1.

Если в этот временной интервал кратковременно нажать на кнопку, на выходе PB0 микроконтроллера появляется низкий уровень напряжения и оба транзистора закроются. По истечении времени задержки на этом выходе микроконтроллера также появится низкий уровень и транзисторы закроются.

Время задержки таймера в пределах от 4,4 до 1120 с можно установить, изменяя значение в ячейке с нулевым адресом в EEPROM микроконтроллера. Требуемое время рассчитывают по формуле T = 4,4·X, где X — значение от 0 до 255 (значение 0 воспринимается программой как 1). Следует учитывать, что реальное время зависит от различных факторов и может отличаться от расчётного на ±10 %. Рассчитав время, искомое десятичное значение X переводят любым доступным конвертером в шестнадцатеричный формат и заносят в ячейку 0 EEPROM при прошивке микроконтроллера. Таймер можно обнулять, подавая на вход "Сброс" импульсы положительной полярности амплитудой от 2,5...3 В и длительностью не менее 3 мс. Если эта функция не нужна, резистор R1 устанавливают между выводами 8 и 7 микроконтроллера.

В выключенном состоянии ток, потребляемый устройством, не превышает 1 мкА, во включённом режиме он увеличивается до 1,3...1,5 мА. Максимальное время задержки — 18 мин 40 с, минимальное — 4,4 с.

Все детали размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,2 мм (**рис. 2** и **рис. 3**). Контроллер и транзисторная сборка — в корпусах SOIC-8, интегральный стабилизатор напряжения — в корпусе TO-92. Можно применить интегральный стабилизатор LP-2950-3.3 или LP-2950-5.0, или 78L05, но при этом следует учитывать, что потребляемый ток может немного увеличиться. Все резисторы и конденсаторы — типоразмера 0805, диоды — любые маломощные импульсные в корпусе SOD-80. Кнопка любая малогабаритная с самовозвратом, подходящая по параметрам.

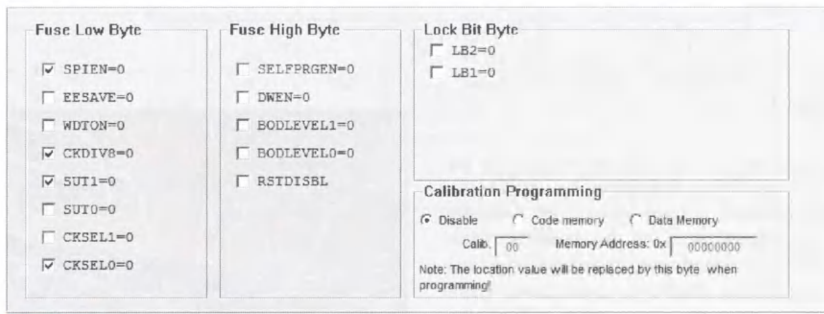


Рис. 4

Правильно собранное устройство в налаживании не нуждается и начинает работать сразу. Этот выключатель я установил в портативный частотомер. Он работает уже несколько месяцев. При этом каких-либо нареканий и ложных срабатываний не обнаружено. Конфигурация микроконтроллера при программировании показана на **рис. 4**.

От редакции. Коды программы микроконтроллера и другие материалы имеются по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/knopka.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Барограф для модели ракеты

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

В статье описано несложное устройство, позволяющее регистрировать высоту полёта модели ракеты, определяемую барометрическим методом.

Барограф выполнен на основе датчика атмосферного давления BMP280 и микроконтроллерного модуля Arduino Pro Mini. Запись информации ведётся в EEPROM микроконтроллера. Устройство выполняет также функции радиомаяка диапазона 433 МГц для облегчения поиска приземлившейся модели.

Увлечение запуском моделей ракет на определённом этапе потребовало, кроме визуального наблюдения за полётом, ещё и объективного контроля его параметров. И, прежде всего, захотелось узнать, как высоко взлетела ракета. Из всех методов определения высоты полёта наиболее прост и удобен барометрический, основанный на зависимости атмосферного давления от высоты. Датчик давления с микроконтроллером, фиксирующий результаты измерения, устанавливают в корпусе модели ракеты. Во время полёта идёт запись информации, после приземления её для анализа считывает компьютер.

Существуют множество датчиков давления с цифровым выходом. Один из наиболее доступных и недорогих — BMP280 [1]. Он способен делать замеры атмосферного давления и температуры довольно быстро и точно. По разности давления в месте старта и его текущего значения можно определить относительную высоту — собственно, это и нужно. Для полноты картины полёта можно фиксировать и время выполнения каждого замера, а после приземления построить график изменения высоты в течение полёта.

Точность определения высоты барометрическим методом зависит от многих параметров: положения места старта, значений температуры, влажности, силы тяжести и пр. Но для поставленной задачи (максимальная высота полёта — 1000 м, единое географическое расположение всех точек измерения) отклонение измеренной высоты от истинной на 5...10 м вполне допустимо.

Принципиальная схема барографа изображена на **рис. 1**. Внутреннее устройство модулей A1—A3 (в том числе модуля Arduino Pro Mini — одного из самых маленьких в своём семействе) на ней не раскрыто, показаны лишь общепринятые названия используемых выводов.

Рис. 1

Датчик BMP280 чрезвычайно мал по размерам и очень сложен для монтажа в любительских условиях, поэтому в конструкции использован более лёгкий в монтаже готовый модуль с этим датчиком, на схеме обозначенный A2. Кроме собственно датчика, в этом модуле установлены конденсаторы, фильтрующие питание, и резисторы, поддерживающие высокий логический уровень на линиях цифрового интерфейса.

Поскольку датчик рассчитан на напряжение питания 1,8...3,6 В, он питается через простой параметрический стабилизатор на стабилитроне VD1 и резисторе R2 от линии +5 В модуля A1. Интерфейсные линии датчика также рассчитаны на трёхвольтные логические уровни, поэтому для сопряжения с пятивольтным Arduino применены диоды VD2—VD4.

Для обмена информацией между датчиком и микроконтроллером использован последовательный интерфейс SPI. Линия вывода датчика SDO (MISO) при трёхвольтном питании имеет высокий логический уровень, достаточный для уверенного считывания микроконтроллером, поэтому он подключён напрямую без узла согласования уровней.

На входах датчика CSB, SCK, SDI трёхвольтный высокий уровень поддерживают внутренние резисторы модуля, а включённые последовательно с входами диоды при пятивольтных уровнях на выходах микроконтроллера закрываются, защищая входы датчика.

Микроконтроллер не только записывает информацию, поступающую с датчика давления, но и управляет модулем передатчика FS1000A (A3). Передатчик служит радиомаяком, аналогичным описанному в [2], там же можно найти и описание модуля FS1000A.

Рис. 2

Перемычка S1 предназначена для переключения микроконтроллера в режим вывода накопленной в EEPROM информации по последовательному интерфейсу (выводы TXD, RXD модуля A1) в компьютер. Светодиод HL1 служит для визуального контроля работы устройства.

Барограф питают от батареи GB1 "Крона" напряжением 9 В. Питание подают на него выключателем SA1 непосредственно перед стартом ракеты.

Программа (скетч) микроконтроллера барографа bmp280r4.ino разработана в Arduino IDE. Её процедура начальных установок Setup() требуемым образом конфигурирует цифровые выводы Arduino и выключает передатчик. Далее проверяется наличие перемычки S1, и

если она установлена, программа поочерёдно выводит по последовательному интерфейсу содержимое всех ячеек EEPROM, после чего входит в бесконечный пустой цикл.

Когда перемычки S1 нет, программа проверяет наличие датчика и, если он имеется, выдерживает паузу длительностью около минуты, а затем начинает измерять давления и записывать результаты в EEPROM. Пауза необходима "персоналу стартовой площадки" для завершения всех подготовительных действий перед пуском ракеты. Во время паузы программа формирует двойные вспышки светодиода HL1 и двойные пачки импульсов частотой 1024 Гц на линии управления передатчиком A3. Таким образом, можно не только визуально контролировать работу устройства, но и по сигналам, принимаемым приёмником-пеленгатором [2], знать о состоянии барографа.

В цикле Loop(), повторяемом с периодом 100 мс (он задан значением константы tPress), программа выполняет измерение давления, вычисление относительной высоты и запись полученного значения в EEPROM. Высота измеряется в дециметрах и представляет собой целое число, занимающее две последовательные байтовые ячейки EEPROM. На этом этапе программа формирует одиночные вспышки светодиода HL1 и одиночные пачки импульсов частотой 1024 Гц на линии управления передатчиком.

После заполнения заданного константой maxAddr объёма EEPROM программа переходит в режим передачи по радиоканалу буквы Ж. Этот сигнал используют при поиске завершившей полёт ракеты, как это описано в [2].

Для работы с датчиком использована готовая библиотека [3]. К статье приложен архив altimprog.zip с несколько упрощённым вариантом библиотеки для работы с BMP280 (оставлена поддержка только аппаратного интерфейса SPI). Этот вариант позволяет работать с датчиком BMP280 в ранних версиях Arduino IDE и существенно сокращает объём, занимаемый программой в памяти микроконтроллера.

Печатная плата для барографа не разрабатывалась. Он собран на фрагменте макетной платы размерами 50×25 мм, что позволяет поместить его под головным обтекателем модели ракеты. На плате предусмотрены гнездовые разъёмы для подключения модулей A1—A3.

Внешний вид одного из вариантов исполнения барографа показан на фотоснимке **рис. 2**, он же, подготовленный к установке в головную часть ракеты, — на **рис. 3**. Выключатель питания SA1 подключён длинными проводами, что позволяет поместить его в удобное для оперативного доступа место ракеты.

Перед установкой в устройство модуля Arduino Pro Mini желательно убедиться в наличии напряжения 9 В в правильной полярности между гнёздами, предназначенными для его контактов RAW и GND. После его установки следует при отключённом модуле датчика давления убедиться в работе стабилизатора R2VD1: между гнёздами для контактов VCC и GND должно быть напряжение около 3,3 В.

В качестве передающей антенны WA1 я использовал отрезок провода длиной 17 см (это четверть длины волны для частоты 433 МГц). Необходимо проложить антенну вдоль корпуса ракеты, иначе дальность приёма сигналов передатчика значительно уменьшится.

Рис. 3

Как отмечено выше, барограф выполняет две основные функции: запись в EEPROM микроконтроллера модуля Arduino информации о текущей высоте полёта с последующим её считыванием и передачу в эфир радиосигнала для поиска приземлившейся ракеты приёмником-пеленгатором.

Барограф со снятой перемычкой S1 включают выключателем SA1 непосредственно перед стартом. Когда в головных телефонах приёмника двойной звуковой сигнал сменится одиночным, а вспышки светодиода HL1 тоже станут одиночными, ракета может стартовать. Эта смена сигналов означает начало записи информации в EEPROM микроконтроллера. При периоде повторения записи 100 мс ёмкости EEPROM 1024 байт хватит приблизительно на 50 с записи (напомним, один отсчёт занимает два байта).

По окончании записи светодиод HL1 светит непрерывно, а в головных телефонах приёмника-пеленгатора звучит код буквы Ж. Найдя ракету, выключите барограф выключателем SA1.

Для считывания записанной информации на компьютере запустите среду Arduino IDE и откройте её монитор последовательного порта. В барограф установите перемычку S1. Подключите Arduino Pro Mini к компьютеру точно так же, как это делалось при загрузке скетча. Если в окне монитора не появилась считанная информация (**рис. 4**), нажмите на кнопку "Reset" модуля Arduino Pro Mini.

По завершении передачи нужно выделить в окне монитора весь принятый текст и скопировать его в буфер обмена, нажав на клавиши Ctrl+C. Вставить содержимое буфера в открытое окно текстового редактора и сохранить его в файл с расширением имени .CSV. Полученный файл далее можно обрабатывать в программе Excel. Пример графика полёта ракеты показан на **рис. 5**.

Как уже было сказано, информация о высоте записана в EEPROM в дециметрах с периодичностью, определённой в константе tPress (по умолчанию — 100 мс). Кроме высоты, через последовательный порт выводится также адрес ячейки EEPROM. Их разделяет общепринятый для файлов формата *.CSV символ точки с запятой. Для получения значений высоты относительно точки старта нужно вычесть из них её значение, измеренное перед фактическим стартом ракеты.

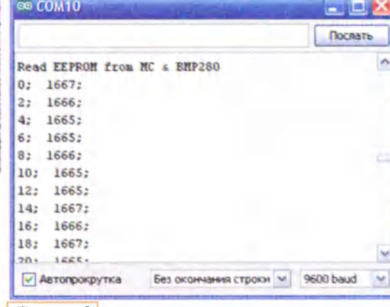


Рис. 4

Специальных программ обработки полученной информации не разрабатывалось — её функции зависят от фантазии и потребностей "ракетомоделиста". Скорость полёта, ускорение и некоторые другие параметры легко вычислить по отсчётам высоты с помощью программы Excel. Пример файла с данными реального полёта ракеты (rp6_2.xls) приложен к статье.

Нужно сказать, что итог этого полёта был печален. Спасательный парашют не раскрылся, и ракета разбилась. Из графика видно, что скорость её встречи с землёй была около 180 км/ч. Но модуль Arduino уцелел!

Благодаря использованию готовых модулей барограф получился чрезвычайно простым и, сравнительно, недорогим. Устройство практически не требует настройки и содержит минимальное число деталей. Если использовать трёхвольтный вариант модуля Arduino Pro Mini, элементы сопряжения его микроконтроллера с датчиком вообще не нужны. Можно, например, отказаться и от модуля передатчика и светодиода. Это лишит барограф некоторых функций, но существенно снизит ток потребления.

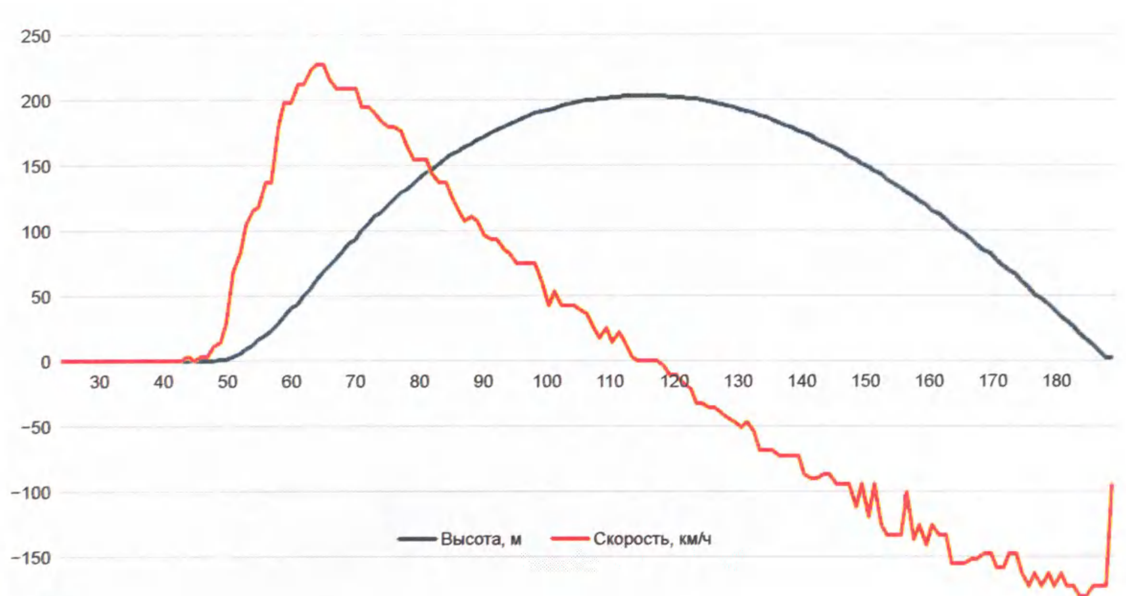


Рис. 5

Можно усовершенствовать программное обеспечение, например, добавить алгоритм обнаружения старта ракеты по изменению высоты и автоматического включения записи. Это позволит без спешки вести все предстартовые операции. Добавив в устройство отдельную микросхему энергонезависимой памяти объёмом значительно больше, чем EEPROM микроконтроллера, можно существенно увеличить продолжительность записи либо предусмотреть фиксацию не только давления, но и температуры и других параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. BMP280 Barometric Pressure Sensors. — URL: **http://www.bosch-sensortec.com/en/bst/products/all_products/bmp280** (28.07.16).

2. **Пахомов А.** Радиопеленгатор для поиска модели ракеты. — Радио, 2016, № 10, с. 50—52.

3. Adafruit BMP280 Driver (Barometric Pressure Sensor). — URL: **https://github.com/adafruit/Adafruit_BMP280_Library** (29.07.16).

__От редакции__. Программа микроконтроллера, библиотека к ней и файл с результатами полёта имеются по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/barograf.zip__ на нашем FTP-сервере.

Arduino. Ультразвуковая трость

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

Бо́льшую часть информации об окружающем мире человек получает с помощью зрения. Поэтому потеря зрения — настоящая трагедия. В один момент человек теряет способность выполнять многие действия, кажущиеся здоровому человеку элементарными и не требующими значительных усилий. Одна из важнейших проблем незрячего или слабовидящего человека — ориентирование в пространстве. Основным техническим средством, помогающим ему в этом, служит тактильная трость. Этот предмет претерпел не слишком значительные изменения с древнейших времён. Но на современном уровне развития техники его можно дополнить портативным локатором, который позволит обнаруживать препятствия в радиусе нескольких метров. Зондирующие сигналы такого локатора чаще всего бывают инфракрасными [1] или ультразвуковыми.

Ультразвуковой локатор излучает звуковые импульсы очень высокой, неслышимой человеческим ухом частоты. Расстояние до препятствия устройство определяет по задержке отражённого от препятствия сигнала относительно излучённого. Информацию о препятствии в направлении действия локатора пользователь получает с помощью слышимых звуковых импульсов или тактильно с помощью вибросигнализатора. Такой локатор обычно называют ультразвуковой тростью.

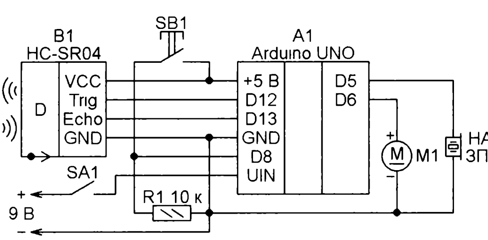
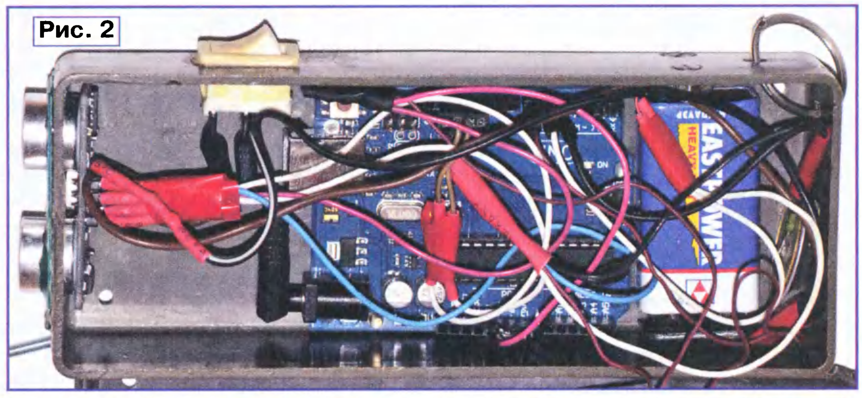


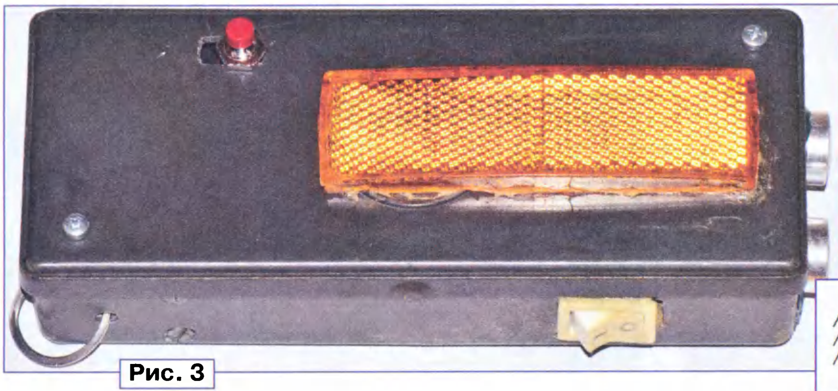
Рис. 1

Имеющиеся в продаже ультразвуковые трости промышленного изготовления [2, 3] стоят немало, а по сравнению с другими устройствами бытовой электроники их модельный ряд весьма невелик. Хотя на современном уровне развития электроники ультразвуковая трость — сравнительно простое устройство, которое можно изготовить самостоятельно как силами отдельных радиолюбителей, так и в кружках научно-технического творчества.

Предлагаемая ультразвуковая трость построена на основе микроконтроллерного модуля Arduino UNO. Её схема представлена на **рис. 1**. Ультразвуковой дальномер HC-SR04 (B1) получает питание от модуля Arduino (A1). Характеристики дальномера и особенности его подключения к Arduino были описаны в [4]. В рассматриваемом случае вывод Trig, на который должен быть подан импульс, запускающий цикл работы дальномера, соединён с выходом D12 Arduino. Вывод Echo, длительность ответного импульса на котором пропорциональна расстоянию до препятствия, соединён с входом D13.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2016, № 7—12


Рис. 2


Рис. 3

Пьезоэлектрический звуковой сигнализатор HA1 подключён к выходу D5 Arduino. Использован звукоизлучатель ЗП-1, но подойдёт и другой, без встроенного генератора. Выход D6 использован для подключения маломощного вибромотора DC CORELESS 1,5...2,5 В (M1). Этот вибромотор можно заменить любым аналогичным, способным работать при напряжении 5 В и потребляющим ток 20...30 мА. Кнопка переключения режимов работы SB1 — PBS-10B-2 или любая аналогичная без фиксации.

Питают устройство от батареи 6LF22 ("Крона"), подключаемой с помощью колодки от аналогичной разряженной батареи. Потребляемый от батареи ток — около 80 мА в режиме звуковой индикации и 80...130 мА — в виброрежиме. Выключатель питания SA1 — MRS-101-2C3-B или любой аналогичный.

Все детали электронного узла трости помещены в пластиковый корпус подходящего размера (**рис. 2**, **рис. 3**). Для повышения заметности пользующегося ультразвуковой тростью в тёмное время суток на поверхности её корпуса закреплены катафоты. Имеется также кольцо для крепления шнура.

В память микроконтроллера модуля Arduino должна быть загружена программа, представленная в **табл. 1**. Она работает следующим образом. В начале цикла происходит измерение расстояния ультразвуковым дальномером, для чего вызывается функция ultrasonic.Ranging, которая возвращает расстояние до препятствия в сантиметрах. Оно преобразуется в коэффициент signal, значение которого при расстоянии 400 см минимально, а с его уменьшением растёт, приближаясь к 255. В зависимости от состояния кнопки SB1 программа выбирает способ вывода информации о препятствии с помощью вибросигнала (кнопка отпущена) либо с помощью звукового сигнала изменяемой частоты (кнопка нажата). После паузы длительностью 0,1 с процесс повторяется.

Используя это устройство, можно ориентироваться в пространстве, направляя дальномер в ту или иную сторону. Интенсивность вибросигнала будет тем больше, чем ближе препятствие. Если препятствий не обнаружено, вибросигнал будет иметь минимальную интенсивность.

При использовании звукового режима индикации большому расстоянию до препятствия соответствует частота звука в несколько десятков герц. С приближением к препятствию она возрастает до 250 Гц.

Описанная конструкция обладает целым рядом недостатков. В ней использована плата Arduino UNO довольно большого размера, для питания использована недешёвая батарея "Крона". Наконец, одна рука пользующегося такой тростью постоянно занята. Все эти недостатки можно сравнительно легко устранить, в частности, плату Arduino UNO можно без существенных изменений конструкции заменить малогабаритной платой Arduino Nano, Arduino Pro Mini или их аналогом.

Например, плата Arduino Nano (на **рис. 4** изображён модуль RobotDyn Nano — полный отечественный аналог этой платы) имеет размеры 44×18 мм против 68,5×59 у Arduino UNO. Для программирования и связи с компьютером на ней установлен разъём microUSB. Выводы платы Arduino Nano представляют собой обычные металлизированные отверстия, иногда в них уже впаяны штыревые контакты для удобного присоединения внешних цепей.

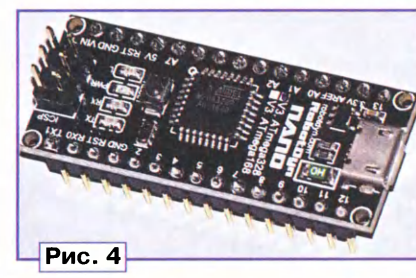

Рис. 4

Таблица 1

```
// trost1
// Ультразвуковой дальномер с выходом
// на звукоизлучатель и вибромотор

// Вывод для подключения вибромотора
int vibro_motor=6;
// Вывод для подключения звукоизлучателя
int zvuk=5;
// Вывод для подключения кнопки
int knopka=8;
// Переменные:
// Расстояние до препятствия, см
float dist_cm;
// Интенсивность работы вибромотора
int signal;
// Состояние кнопки
int k;

#include "Ultrasonic.h"
// Назначение выводов Trig и Echo
Ultrasonic ultrasonic(12, 13);

void setup()
{
  pinMode(knopka, INPUT);
}

void loop()
{
// Измерение расстояния
  dist_cm = ultrasonic.Ranging(CM);
  if (dist_cm < 400)
// Если расстояние меньше максимума
  {
// Чем ближе, тем интенсивнее сигнал
    signal=-dist_cm*200/400+255;
// Проверяем состояние кнопки
    k = digitalRead(knopka);
    if(k==1)
    {
// Выключаем вибромотор
    analogWrite(vibro_motor, 0);
// Включаем звук
    tone(zvuk, (signal));
    }
    else
    {
// Выключаем звук
      noTone(zvuk);
// Включаем вибромотор
      analogWrite(vibro_motor, signal);
    }

  }
  delay(100);
}
```

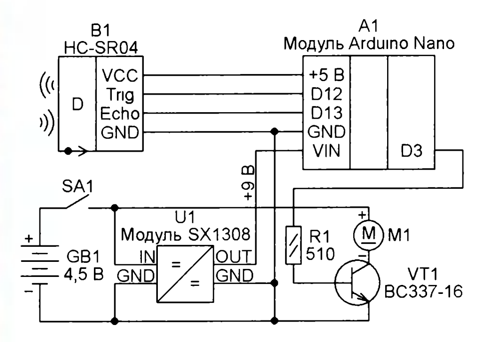


Рис. 5

Отдельный разъём питания на плате Arduino Nano и её аналоге отсутствует, но имеется вывод питания VIN, на который можно подать внешнее нестабилизированное напряжение +6...12 В. На плате Arduino UNO такой вывод тоже есть, но обозначен он UIN.

Схема варианта ультразвуковой трости с платой Arduino Nano показана на **рис. 5**. Из него удалён излучатель звука, так как его применение дополнительно загружает слуховой анализатор пользователя, основной у слепых и слабовидящих. Вибромотор M1 (DC 3V 70mA 12000RPM Mobile Phone Coin Flat Vibrating Vibration Motor) рассчитан на напряжение питания 3 В и потому потребляет больший ток (70 мА), чем применённый в первом варианте трости. Такой ток недопустим для вывода Arduino. Поэтому вибромотор подключён к нему через транзисторный ключ, выполненный на транзисторе VT1 BC337-16 с резистором R1 в цепи базы.

Ультразвуковой дальномер питает батарея из трёх элементов типоразмера AA. Её общее напряжение, в зависимости от того, из каких элементов она собрана (гальванических или аккумуляторов), может быть от 3,6 до 4,5 В, чего недостаточно для надёжной работы модуля Arduino. Поэтому модуль запитан через повышающий преобразователь напряжения SX1308. Обратите внимание, что это не одноимённая микросхема, а готовая печатная плата [5], на которой установлены эта микросхема, накопительный дроссель, подстроечный резистор для установки выходного напряжения и другие элементы преобразователя. Этот вариант ультразвуковой трости потребляет от батареи ток 100...160 мА в зависимости от интенсивности работы вибромотора.

Таблица 2

```
// trost2
// Ультразвуковой дальномер
// с выходом на вибромотор

// Вывод для вибромотора
int vibro_motor=3;
// Расстояние до препятствия, см
float dist_cm;
// Интенсивность работы вибромотора
int signal=0;

#include "Ultrasonic.h"
// Назначаем выводы Trig и Echo
Ultrasonic ultrasonic(12, 13);

void setup()
{
}

void loop()
{
// Измеряем расстояния
  dist_cm = ultrasonic.Ranging(CM);
  if (dist_cm < 400)
// Если расстояние меньше максимума
  {
// чем ближе, тем интенсивнее сигнал
    signal=-dist_cm*255/400+255;
    analogWrite(vibro_motor, signal);
  }
  delay(100);
}
```

Учтите, что прежде чем подавать напряжение с выхода преобразователя на модуль Arduino, нужно измерить это напряжение мультиметром и установить его равным 9 В с помощью имеющегося на плате преобразователя подстроечного резистора.

Программа, которую следует загрузить в модуль Arduino Nano, приведена в **табл. 2**.

Этот вариант ультразвуковой трости собран в корпусе налобного фонаря (**рис. 6**, **рис. 7**). Устройство предназначено для крепления на голове, что освобождает руки пользователя, а также позволяет обнаруживать высоко расположенные препятствия, например, низкий дверной косяк, что затруднительно с обычной тактильной тростью. Система фиксации фонаря на голове, а также батарейный отсек с выключателем оставлены без изменений, на месте платы со светодиодами помещены ультразвуковой дальномер, преобразователь напряжения и модуль Arduino Nano.



Рис. 6

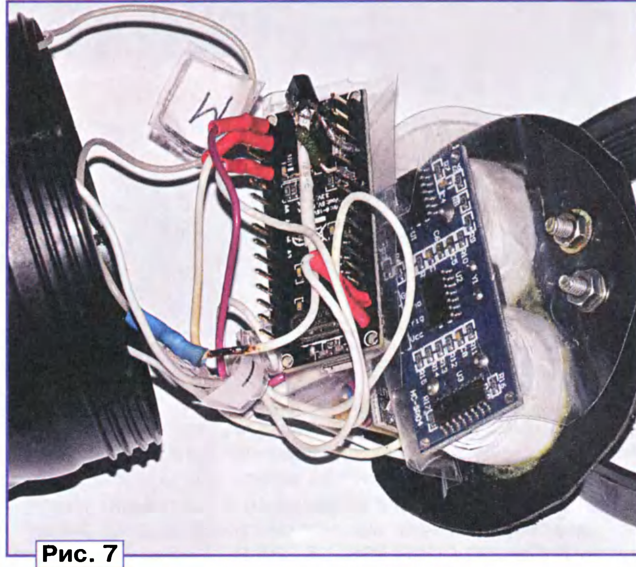


Рис. 7

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** ИК локатор для слепых. — Радио, 1989, № 10, с. 84—86.

2. Электронная трость RAY. — URL: **http://www.smartaids.ru/sighting_loss/84/128/** (03.11.16).

3. Ультразвуковой фонарь Сонар-5УФ-В1. — URL: **http://слышувижу.рф/product/ultrazvukovoj-fonar-sonar-5uf-v1/** (03.11.16).

4. **Лекомцев Д.** Arduino. Подключение типовых внешних устройств. — Радио, 2016, № 11, с. 51—54.

5. Повышающий преобразователь напряжения SX1308 2-28V, 2A импульсный регулируемый. — URL: **http://solbatcompany.ru/katalog/preobrazovateli-napryazheniya-DC-DC/povyshayuschie-preobrazovateli-napryazheniya/povyshayuschiy-preobrazovatel-napryazheniya-sx1308-2-28v-2a-impu** (03.11.16).

*__От редакции__. Программы для Arduino имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/trost.zip** на нашем FTP-сервере.*



"В бой идут..."

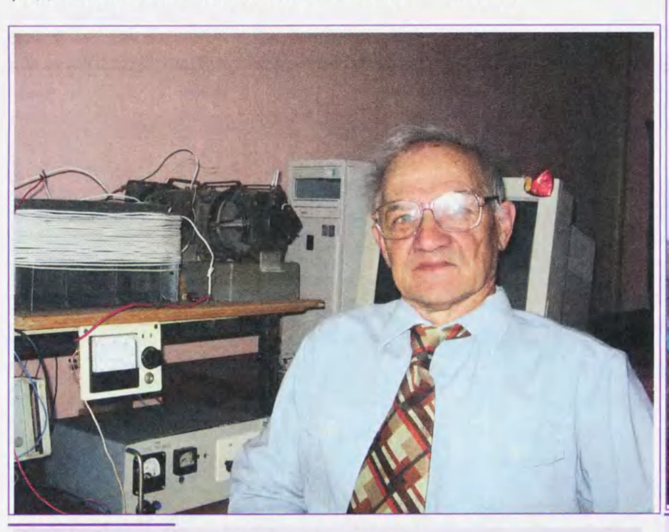
Любительской радиосвязью занимаются люди разных возрастных групп — от "первоклашек" до тех, кого принято называть "стариками". И если те, кто переживает за будущее нашего хобби, уделяют своё внимание подрастающему поколению, "старики" обычно живут своей жизнью.

Эту традицию решили изменить радиолюбители Челябинской области. Впервые в истории развития нашего радиоспорта они провели соревнования по радиосвязи на ультракоротких волнах среди пенсионеров.

Ранг соревнований — чемпионат Союза пенсионеров России Челябинской области. Он проводился Региональным отделением пенсионеров России Челябинской области совместно с Региональным отделением Союза радиолюбителей России по Челябинской области и Региональным отделением ДОСААФ России Челябинской области в рамках соглашения о взаимодействии между РО Союза радиолюбителей России и РО Союза пенсионеров России.

Соревнования проводились во время кубка Челябинской области по радиосвязи на УКВ "День Победы" на призы депутата Законодательного собрания Челябинской области В. П. Чернобровина. Они входят в Единый календарный план Минспорта Челябинской области.

Среди радиостанций с одним оператором победил мастер спорта СССР Олег Неонович Обогрелов (R9AT) из посёлка Лазурный Челябинской области. В этом году ему исполнилось 73 года!



Олег Неонович Обогрелов (R9AT).



Рабочая позиция RZ9A.

В этом чемпионате было 37 участников в двух подгруппах (радиостанции с одним оператором и радиостанции с несколькими операторами) из трёх субъектов нашей страны (Челябинская и Свердловская области, Пермский край) и из Республики Казахстан.

Качественный состав участников: мастера спорта международного класса — 1, мастера спорта — 8, кандидаты в мастера спорта — 9, спортсмены массовых разрядов — 4. Главным судьёй этого чемпионата был Ю. Куриный (RG9A), а главным секретарём — С. Калачев (RV9AJ).

Победитель среди радиостанций с несколькими операторами — команда радиостанции RZ9A из г. Троицка. В её составе выступали кандидаты в мастера спорта Георгий Георгиевич Шаламов (RZ9A) и Василий Николаевич Бачурин (RK9AY).

В планах РО Союза пенсионеров России по Челябинской области сделать проведённый чемпионат среди пенсионеров традиционным, а также продолжить переговоры с Центральным правлением Союза пенсионеров России по проведению чемпионата среди пенсионеров всероссийского уровня. ■

"Золото" Чермена Гулиева

Голландский радиолюбитель Ян Хук (PA0JNH) в прошлом году выпустил пятое издание книги, посвящённой спортивной радиопеленгации (СРП). В ней есть и история появления этого вида спорта, и его развития в разных странах, и достаточно подробный рассказ о том, что он собой представляет. Но основное содержание этой книги — вся информация об официальных чемпионатах по СРП, которые проводились с 1961 г. под эгидой Международного радиолюбительского союза. Это чемпионаты мира и Европы. В неё не попали только результаты 18-го чемпионата мира, проходившего осенью прошлого года в Болгарии. Напомним, что рассказ об этом чемпионате был опубликован в ноябрьском номере нашего журнала.

Эта книга — "электронная". Она имеет объём более 250 Мбайт и содержит около 900 страниц! Те, кто интересуется СРП, могут скачать её по адресу **http://ardf.veron.nl/files/book_pa0jnh/IARU-ARDF-Book-ENG.pdf** с сайта VERON.

В заключительной части этой книги есть интересная обобщающая информация, в частности, о том, какие спортсмены наиболее удачно выступали на чемпионатах по СРП за более чем полувековую их историю.

В сводную таблицу автор включил тех спортсменов, кто завоевал в 1961—2015 гг. в личном зачёте на чемпионатах мира и Европы десять и более медалей — золотых, серебряных и бронзовых. В эту таблицу вошли десять спортсменов из Чехии, по восемь спортсменов из России и Украины, два спортсмена из Белоруссии, по одному спортсмену из Венгрии и Швейцарии.



Чермен Гулиев на трассе.

На первом месте в ней — наш Чермен Гулиев (UA3BL). В его "копилке" 39 медалей — 20 золотых, 12 серебряных и 7 бронзовых, причём по золотым и серебряным медалям у него лучшие результаты среди всех участников чемпионатов! Отметим, что Чермен самый "пожилой" их участник (выступает в них с 1980 г.) и единственный участник всех 18 чемпионатов мира по СРП. А на прошедшем в сентябре 2016 г. чемпионате он добавил в свою "копилку" ещё две золотые медали!

Украинский спортсмен Олег Фурса, у которого в сумме 37 медалей, занимает в этой таблице второе место. У чеха Якуба Ома, вышедшего на третье место, — 33 медали.

Кроме Чермена Гулиева, в этой почётной таблице ещё семь наших спортсменов. Галина Петрочкова, у которой в сумме 26 медалей, занимает в ней пятое место. Это лучший результат среди женщин, вошедших в эту таблицу. На десятом месте в ней — Галина Королёва (18 медалей), на 15-м месте — Ирина Платонова (15 медалей), на 16-м месте — Александр Куликов (14 медалей), на 18-м месте — Наталья Гиклова (13 медалей) и на 22-м месте — Лев Королёв (12 медалей).

В 2017 г. в Литве состоится 21-й чемпионат Европы, а в 2018 г. в Южной Корее — 19-й чемпионат мира. Пожелаем нашим спортсменам приумножить на этих чемпионатах свои достижения!

Новости из Антарктиды

Близится к завершению 61-я Российская антарктическая экспедиция (РАЭ). Михаил Фокин (RW1AI) будет активен до конца апреля этого года на КВ-диапазонах CW, SSB и цифровыми видами со станции Новолазаревская позывным RI1AND. В последнее время он успешно



проводит связи в JT65. В Антарктиде сейчас лето, и активность радиолюбителей там возрастает. Сформирована 62-я РАЭ. В её составе тоже есть коротковолновики. Олег Неручев (UA3HK, ZS1OIN) будет работать позывным RI1ANA со станции Молодёжная по 1 апреля этого года. Алексей Туркеев (RD1AV) будет в эфире со станции Восток до 15 февраля 2017 г. позывным RI1ANC.

TKS RK3DSW и RI1AND!

"Радиопоиску" 25 лет — традиция, проверенная временем

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

Как-то не верится, но уже четверть века прошло со дня проведения первой конференции, на которой юные участники рассказали о своих достижениях в области радиотехники. Всё было, как у взрослых. И аудитория с внимательными слушателями, и доброжелательное (но строгое!) жюри, и принципиальная схема на стене, и собранная конструкция в руках и, наконец, пять минут, за которые нужно рассказать о том, что и как ты делал, почему приняты те или иные решения и как всё это может быть применено на практике. За четверть века основная идея конференции не изменилась: и слушатели, как и раньше, внимательные, и жюри строгое, но доброжелательное. Вот только схема нарисована уже на компьютере и проецируется на экран проектором, да и указка теперь — лазерная...

В это трудно поверить, но самым младшим участникам конференции и тогда, и сейчас всего семь лет! Вот какой притягательной силой обладает радио для детей всех возрастов — соединённые в соответствии со схемой радиодетали вдруг "оживают": светятся, звучат, перемещаются.

Так случилось, что у юбилейной конференции поменялись место проведения и организаторы, кроме того, изменился статус. Если в предыдущие годы это была самостоятельная конференция, то в 2016 г. она проводилась в рамках научно-практической конференции "Робопоиск". В связи с изменениями в структуре образовательных учреждений г. Москвы проведение конференции было поручено Центру "Исток" ГБПОУ "Воробьёвы горы". Отличный выбор! О дружном коллективе педагогов-единомышленников из "Истока", которому по плечу организация любого конкурса, конференции или соревнования, журнал "Радио" уже писал.

С самого начала к организации конференции подключился Союз радиолюбителей России: была создана страничка на сайте СРР, появился логотип конференции (вскоре материализовавшийся в симпатичный памятный значок), по каналам СРР были разосланы приглашения её потенциальным участникам. Традиционно "Радиопоиск" поддерживают Департамент образования города Москвы, Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова, Московский технический университет связи и информатики и журнал "Радио", неизменно принимающий участие в популяризации технического творчества молодёжи.

Окончание.
Начало см. на 2-й с. обложки

Александр Уколов демонстрирует роботизированную платформу. Проект удостоен диплома 2-й степени в секции "Цифровая электроника".

Конференция проходила в рамках комплексного мероприятия, включавшего, помимо электроники и радиотехники, ещё и робототехнику, но именно электроника и радиотехника пользовались наибольшей популярностью. В день проведения конференции "Радиопоиск" одновременно в четырёх аудиториях Центра "Исток" работали четыре секции: "Радиоэлектронные устройства", «Приёмопередающая аппаратура и усилители", "Цифровая электроника", а также отдельная секция для самых маленьких — "Юниоры". Всего на конференцию были заявлены 48 работ от семи организаций г. Москвы и Московской области, из которых наиболее интересные работы представили ЦДТ "Царицыно", ГБУ ЦВР "На Сумском", ДНТТМ, ГБОУ ДО ДТДиМ "На Миуссах", ГБОУ школа № 1329 г. Москвы (представлена школьным центром космической связи — RK3DXB), ГБОУ СОШ № 1095, а также хозяева конференции.

Воспитанники педагога Александра Александровича Фомского стали обладателями двух дипломов 1-й степени. Братья Шкарбан (одиннадцатилетний Степан и четырнадцатилетний Артём) представили членам жюри усилитель НЧ для плейера и лабораторную установку "Плазменный шар". Артём продемонстрировал лабораторную установку, которая представляет собой высоковольтный источник напряжения, выполненный на таймере NE555 и строчном трансформаторе от лампового телевизора, а Степан — усилитель, собранный на микросхеме К174УН7.

Десятилетний Георгий Клепиков, тоже неоднократный участник конференции, представил на суд жюри три своих работы: проблесковый фонарь, указатель поворотов для велосипеда и ионизатор воздуха "Мельница". Ионизатор был отмечен жюри дипломом 1-й степени. В основе ионизатора — высоковольтный источник напряжения. Аэроионы стекают с иголок крыльчатки декоративной мельницы и придают ей вращающий момент.

Воспитанник Михаила Евгеньевича Печерского десятилетний Аркадий Черепанин показал собранную им охранную сигнализацию, состоящую из ИК-барьера и звуковой сирены.

Многократный участник конференций разных лет четырнадцатилетний Никита Цирг представил свою собственную разработку — макет устройства управления локатором, вращающего его антенну с помощью шагового двигателя. Узел управления шаговым двигателем собран на микросхемах, транзисторах и двух электромагнитных реле.

Самый юный участник конференции семилетний Арно Исраилян (педагог Иван Петрович Синицын) продемонстрировал работу собранного им радиоприёмника УКВ-диапазона, выполненного на микросхеме К174ХА34.

Воспитанник Виктора Георгиевича Шиховцева пятнадцатилетний Андрей Антонов показал свою работу "Электродуга", представляющую собой "лестницу Иакова", которая выполнена с применением трансформатора от микроволновой печи.

Ещё одним дипломом первой степени была отмечена электронная композиция "Сказочный лес", выполненная одиннадцатилетним Дмитрием Затонских под руководством педагога Сергея Михайловича Кузнецова. Устройство собрано на широко распространённых цифровых микросхемах с КМОП-структурой и разноцветных светодиодах.

Среди призёров конференции — работа Алексея Черных "Микромощная радиостанция Си-Би диапазона для изучения телеграфной азбуки и правил работы в эфире" и два "гитарных" проекта: Андрея Абысова "Усилитель для электрогитары" и Лады Макаровой "Электрогитара. Бас", а также работа Игоря Петрушко "Усилитель для домашнего компьютера", выполненные под руководством Ивана Петровича Синицына.

В секции "Радиоэлектронные устройства" эксперты отметили несколько работ воспитанников Алексея Игоревича Ковалёва. Влас Шиян выступил с проектом "Радиоуправляемый плавающий дрон", а Кирилл Сёмин — с работой "Катушка Теслы". Отмечены также работы Артёма Измайлова "Металлоискатель", руководитель которого — Михаил Евгеньевич Печерский, и ряд работ воспитанников Александра Александровича Фомского: "Светодиодный светильник-свеча" Дмитрия Лешанкова, "Мегафон" Ивана Лямина, "Лабораторная установка — катушка Николы Тесла" Антона Логинова.

В секции конференции, посвящённой роботам, отмечены работы, подготовленные под руководством Кирилла Петровича Сиякаева: "Робот-разрушитель" Матвея Шеметовского, "Робот-скорпион" Павла Голева и "Роботизированная рука" Александра Голева.

Воспитанник Александра Николаевича Зайцева пятнадцатилетний Арсений Techнский представил интересную работу, связанную с космосом. Это — разработка линии передачи данных "Спутник—Земля" в проекте "CanSat". "CanSat" — это микроспутник весом до 350 г. Все основные элементы микроспутника — бортовой компьютер, приёмопередатчик, научная нагрузка и система питания — помещаются в поллитровую металлическую банку. Микроспутник запускается небольшой ракетой на высоту 1...2 км и за время плавного спуска на парашюте передаёт полезную информацию. Проект рассчитан на школьников и поддерживается НИИЯФ и Лабораторией аэрокосмической инженерии МГУ.

Многих юных участников конференции пришли поддержать родители, которые переживали и радовались успехам своих детей. Общее настроение родителей чередовали восторг и недоумение. Восторг от того, что их дети, оказывается, очень многому научились, а недоумение от того, что в многомиллионной Москве набралось всего семь детских объединений, представивших на конференции своих воспитанников. В реальности действующих объединений радиолюбительской направленности немного больше, но общее их число не превышает полутора десятков, и это печально. Очередной раз все убедились в том, что знания в области радиотехники и электроники востребованы обществом, и интерес к ним не только не падает, а наоборот, постоянно растёт.



Виталий Кисель демонстрирует шкатулку с секретом. Проект удостоен диплома 3-й степени в секции "Цифровая электроника".

Конференция закончилась награждением призёров и групповой фотографией. Все участники получили памятные значки с логотипом конференции "Радиопоиск" и сертификаты участника конференции "Робопоиск", победители — дипломы 1-й, 2-й и 3-й степеней конференции "Робопоиск".

Все эксперты и руководители проектов были награждены дипломами президиума Московского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А. С. Попова.

Несколько слов о жюри. Возглавил жюри и экспертный совет Евгений Михайлович Лазарев, представлявший МИРЭА и НТОРЭС им. Попова. В их работе приняли участие Сергей Николаевич Комаров (МТУСИ) и автор этих строк (Союз радиолюбителей России). Центр "Исток" ГБПОУ "Воробьёвы горы" представляли кандидат технических наук Владимир Александрович Шкунов, Александр Александрович Фомской, Михаил Евгеньевич Печерский, Иван Петрович Синицын и Ирина Алексеевна Грачёва (RL3AX).

Работы участников конференции оценивались по набору критериев, основными из которых были оригинальность и самостоятельность разработки, применимость проекта на практике, качество и самостоятельность выполнения монтажных работ, качество представления доклада, наличие схемы устройства и презентации проекта. Большой вклад в оценку участника давали ответы на вопросы, задаваемые жюри, по которым можно было оценить знания участника и степень самостоятельности выполнения проекта.

В целях популяризации радиотехнических знаний и в связи с двадцатипятилетним юбилеем в период проведения конференции любительская радиостанция Центра "Исток" (R5AX) работала с радиолюбителями мира по программе диплома "Радиопоиск-2016" позывным сигналом RM25RP (Россия, Москва, 25 лет, Радиопоиск). При этом было установлено более 3000 радиосвязей и через популярный радиолюбительский сервис "HAMLOG" выдано 270 дипломов.

В момент, когда статья готовилась к печати, из Центра "Исток" звучал позывной R1941MB, посвящённый важному юбилею — 75-летию Московской битвы.

Несомненно, впереди у "Радиопоиска" большое будущее. Вполне возможно, будут применены какие-то новые технические средства, больше будет представлено работ из области робототехники, но неизменным останутся аудитория, жюри и молодые люди, делающие, возможно, свой самый первый доклад в жизни. Кем они станут? Если через несколько десятилетий кто-то из нынешних участников конференции привычно войдёт в университетскую аудиторию и объявит студентам тему очередной лекции по электронике, сядет на рабочее место конструктора радиоэлектронной техники, войдёт в цех сборки радиоэлектронных блоков, то основная цель организаторов "Радиопоиска" будет достигнута.

А очередная конференция "Радиопоиск" состоится в начале апреля 2017 г. Думаю, пора начинать к ней готовиться.

УКВ-антенна с J-согласованием

Владислав ЩЕРБАКОВ (RU3ARJ), г. Москва

Эта антенна давно и вполне заслуженно пользуется популярностью у радиолюбителей. Конструкция её проста, она легко настраивается и согласуется с фидером с любым волновым сопротивлением. Однако большие размеры (общая длина равна 0,75λ) затрудняют её использование на КВ-диапазонах. Зато в УКВ-диапазонах она применяется достаточно часто.

Антенна (**рис. 1**) представляет собой вибратор длиной λ/2, запитанный с конца через согласующее устройство, выполненное в виде четвертьволновой открытой линии, замкнутой на нижнем конце. Высокое входное сопротивление полуволнового вибратора при питании с конца (несколько килоом) легко трансформируется к волновому сопротивлению кабеля выбором оптимального расстояния от точек питания (X1, X2) до замкнутого конца линии. Использование в качестве трансформатора открытой линии обеспечивает малые потери при больших коэффициентах трансформации. Усиление J-антенны — +0,25 дБд, оно несколько превосходит усиление диполя (за счёт двухпроводной линии).

Вертикальная J-антенна из-за неполной симметрии имеет небольшое излучение с горизонтальной поляризацией (**рис. 2**).

Модифицируем J-антенну, отогнув четвертьволновую линию на 90 градусов (**рис. 3**). Немного уточнив размеры, нетрудно получить хорошее согласование и усиление 0 дБд. Однако у этого варианта антенны уже заметная часть излучения имеет горизонтальную поляризацию. Его вызывает синфазный ток в двухпроводной линии, играющего в J-антенне роль противовеса (токоприёмника).

Добавим ещё один полуволновый вибратор, подключив его к свободному концу двухпроводной линии (**рис. 4**). Получаем полностью симметричную конструкцию в вертикальной плоскости. Синфазный ток в двухпроводной линии отсутствует, как, впрочем, и излучение с горизонтальной поляризацией. Этот вариант — коллинеарная антенна из двух полуволновых вибраторов с питанием через четвертьволновую замкнутую на конце линию.

Такая антенна описана SM0VPO на его сайте в статье "6 dB collinear VHF antenna by Harry Lythall — SM0VPO". Её усиление (около 2,4 дБд) получено за счёт сужения диаграммы направленности в вертикальной плоскости. В горизонтальной плоскости диаграмма излучения круговая. Антенна конструктивно очень проста и может изготавливаться из одного отрезка алюминиевого прутка или трубки. Для сохранения симметрии антенны кабель питания желательно подключать через симметрирующий трансформатор. SM0VPO использует симметрирующий трансформатор в виде U-колена. Можно ограничиться и несколькими ферритовыми кольцами, надетыми на кабель вблизи точки питания антенны.

Рис. 1

Рис. 3

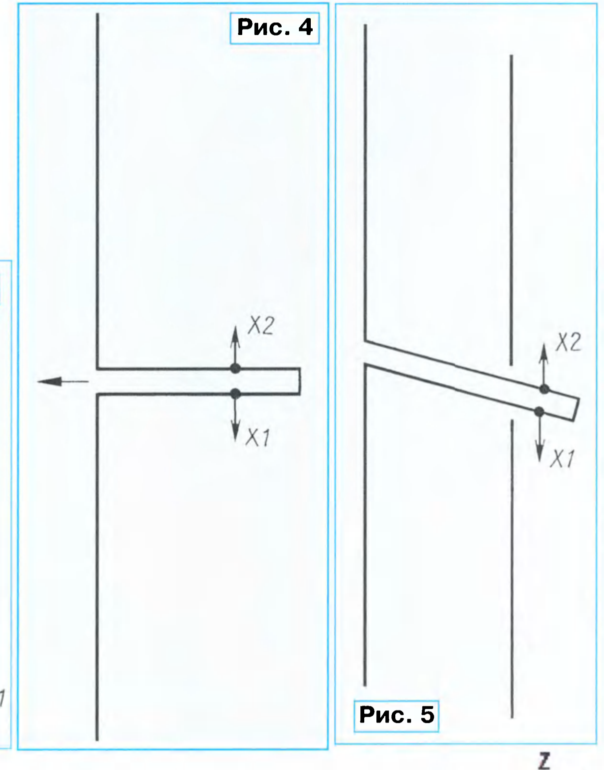
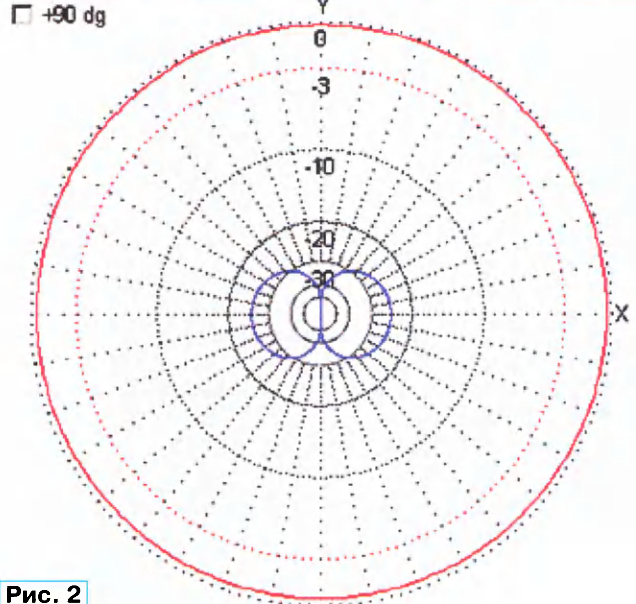


Рис. 4

Рис. 5



Z
0
-3
-10
-20
-30
X

Ga : 2.34 dBi = 0 dB (V поляризация)
Gh : 0.19 dBd
F/B: -0.25 dB; Тыл: Азим. 120 гр, Элевация 60 гр
F: 145.000 МГц
Z: 50.461 + j2.041 Ом
КСВ: 1.0 (50.0 Ом),
Elev. гр.: 10.2 гр. (Свободное пространство)

Рис. 2

Назовём эту конструкцию для краткости Super-J антенной. А какая возможна её дальнейшая модификация?

Добавив в конструкцию рефлекторы, получим двухэлементную Super-J антенну (**рис. 5**). Это уже направленная коллинеарная антенна с усилением +5,8 дБд. А если добавить директоры, получаем трёхэлементную Super-J антенну (**рис. 6**) с усилением +8 дБд (**рис. 7**). Попытка добавить второй директор даёт прибавку в усилении всего 0,8 дБ, но заметно увеличивает длину антенны...

В чём преимущество этих антенн перед многоэлементными Yagi?

При равной площади коэффициенты усиления у них примерно равны, но преимущества Super-J антенн — малая длина бумов, связанный с этим малый радиус поворота и удобство согласования. К недостаткам можно отнести необходимость использования диэлектрической мачты, хотя бы верхней её части.

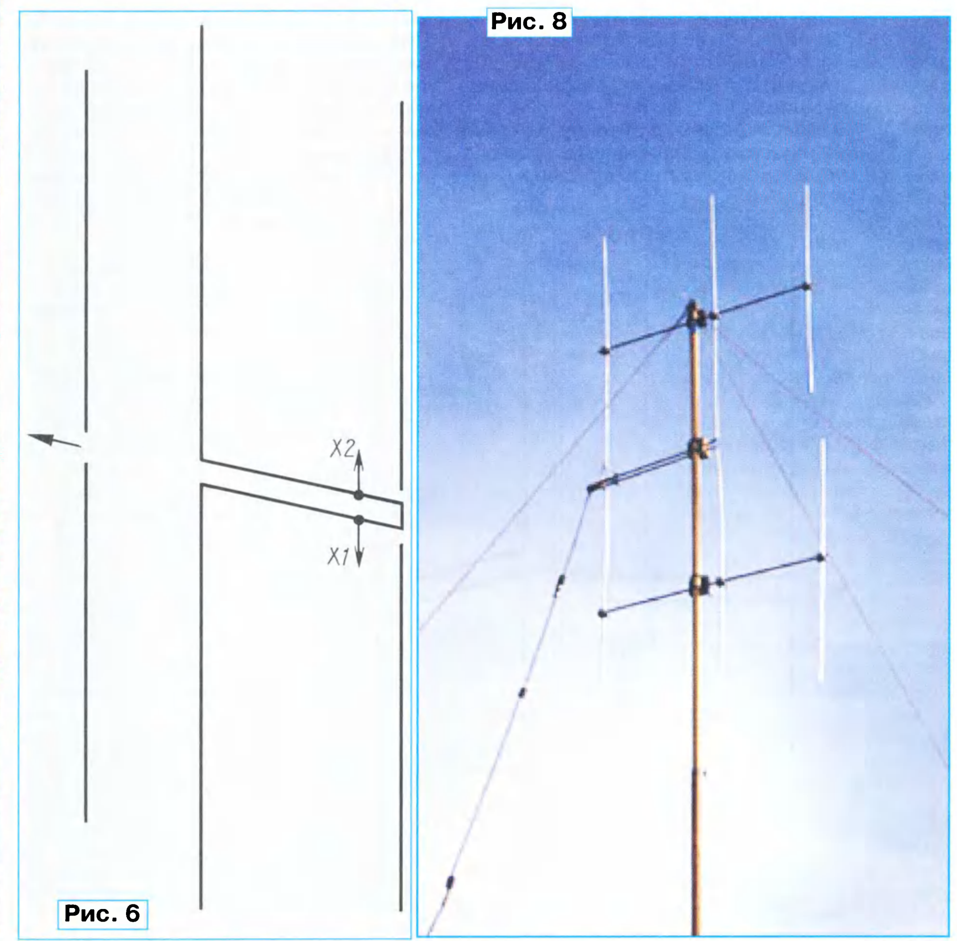


Рис. 6

Рис. 8

На **рис. 8** приведена фотография трёхэлементной Super-J антенны на диапазон 144 МГц, выполненной из алюминиевого прутка диаметром 8 мм.

Диэлектрическая мачта (например, стеклопластиковая) и изоляционная распорка расположены в промежутках между элементами. На **рис. 9** они показаны более жирными линиями. Кабель питания лучше отводить горизонтально за рефлекторы и возвращать к мачте широкой петлёй, подальше от концов рефлектора. На этом участке (вблизи антенны) через каждые 0,5 м на кабель желательно надеть трубчатые ферритовые магнитопроводы (от кабелей питания мониторов).

Аналогичную трёхэлементной Super-J антенну можно изготовить и на диапазон 430 МГц. В **таблице** и на **рис. 10** приведены необходимые конструктивные размеры для частот 145 и 435 МГц. Размеры элементов и расстояние между их осями указаны в сантиметрах (D — диаметр алюминиевых или медных проводников, из которых изготавливается антенна). Входное сопротивление в точке питания — 50 или 200 Ом. Если для симметрирования используется U-колено, оно трансформирует сопротивление фидера к 200 Ом, поэтому место подключения к двухпроводной линии будет несколько дальше от замкнутого конца. При этом размеры согласующего шлейфа немного изменяются (см. таблицу).

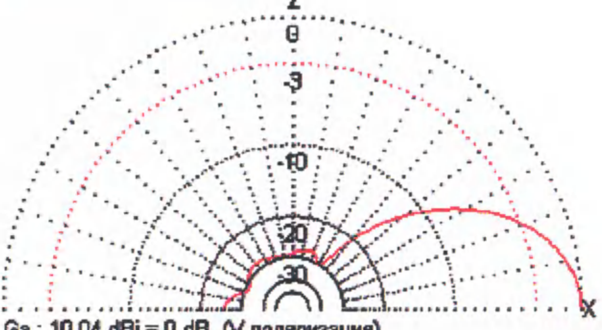


Рис. 7

Размеры элементов, помеченных звёздочкой, уточняются при настройке.

Для удобства настройки согласующее устройство рекомендуется выполнять с двумя передвижными контактами (ползунами): один, замыкающий двухпроводную линию, используют для настройки в резонанс, второй, подключающий фидер, — для согласования на минимальный уровень КСВ. Это позволяет быстро настроить антенну, но после выбора положений ползунов нужно обязательно обеспечить надёжный контакт (пайкой или болтами). От сопротивления контакта исключительно сильно зависит КПД антенны. Нелишне помнить о недопустимости контакта медь—алюминий и защите контакта от влаги. Требования к сопротивлению контактов на разомкнутом конце J-колена, напротив, нестрогие, поскольку ток там минимален.

Первоначально антенна была изготовлена по рис. 4 на среднюю частоту 145 МГц из алюминиевого прутка диаметром 8 мм. Крепилась она к стеклопластиковой трубе диаметром 23 мм, используемой в качестве мачты. В качестве симметрирующего устройства использовалась ферритовая трубка, надетая на кабель вблизи точки питания антенны. Её испытания показали, что при расположении антенны на деревянном столе параллельно земле и при вертикальном её расположении настройки не совпадают. Поэтому настройку антенны необходимо проводить, установив её вертикально. Достаточно, чтобы расстояние от нижних концов вибраторов до земли было около 0,5 м. Передвигая замыкающую перемычку вдоль двухпроводного шлейфа и двигая точки подключения кабеля (эти подстройки взаимозависимы), довольно просто удалось согласовать антенну до КСВ<1,1 на желаемой частоте. Полоса рабочих частот антенны по уровню КСВ<1,5 превысила 5 МГц.

Затем к мачте и активным вибраторам были прикреплены бумы, также выполненные из алюминиевого прутка диаметром 8 мм, поскольку под рукой не имелось диэлектрических трубок необходимой жёсткости. В средней точке вибраторов напряжение близко к нулю, поэтому проводящий бум слабо влияет на характеристики антенны, что подтвердило предварительное моделирование.

Рис. 9

Рис. 10

Частота, МГц	$R_{вх}$, Ом	a	b	c	d	e	f	g*	h*	k	D
145	50	44	52,5	53	49	34,5	42	5	37	4	0,8
145	200	44	52,5	52	49	34,5	42	5,5	41,5	6	0,8
435	50	14,7	17,5	17,7	16,3	11,5	14	1,5	13	1,4	0,25
435	200	14,7	17,5	17,3	16,3	11,5	14	1,8	13,8	2	0,25

На бумах были установлены рефлекторы и директоры, длины которых выполнялись по расчёту модели с помощью программы MMANA. Двухпроводная линия и бумы закреплены на мачте посредством пластин из винипласта толщиной 10 мм и U-образных скоб. Элементы антенны крепятся к бумам с помощью дюралевых П-образных скоб и болтов.

Пассивные элементы резко снизили входное сопротивление антенны. Однако слабо выраженный минимум КСВ был найден. Передвигая перемычку и сдвигая точки подключения кабеля, нашли положение, когда минимум КСВ соответствовал частоте 145 МГц и не превышал 1,2. Длины вибраторов не регулировались.

По сравнению с настройкой одноэлементной антенны настройка трёхэлементной антенны значительно более острая и критичная. Полоса по уровню КСВ<1,5 составила около 3 МГц. Длина шлейфа оказалась несколько меньше, а расстояние от замкнутого конца шлейфа до точки питания кабелем с сопротивлением 50 Ом несколько больше расчётных значений.

Работа антенны предварительно оценивалась в городских условиях (среди высоких зданий, полностью закрывавших горизонт) при расположении её оси над землёй на высоте всего 1,5 м. По сравнению с четвертьволновым автомобильным штырём она давала прирост сигнала на 2...3 балла при связях на расстояниях 10...50 км. Направленность в горизонтальной плоскости была ярко выражена. Общее впечатление — антенна работает. Более аккуратные оценки работы Super-J антенны были сделаны на открытой местности в дачных условиях при подъёме антенны на мачту высотой 7 м. Её работа сравнивалась с работой четырёхэлементной антенны "квадрат" с вертикальной поляризацией. Антенны устанавливались попеременно на одной и той же стеклопластиковой мачте в одном и том же месте. Использовались один и тот же кабель в качестве фидера и один и тот же трансивер. Оценивалась работа по открытию и слышимости репитеров, расположенных на расстояниях от 30 до 100 км и оценкам корреспондентов при проведении QSO в прямом канале на расстояниях до 70 км.

В большинстве случаев оценки были очень близкими. Если слышали "квадрат", также слышали и Super-J. Четырёхэлементный "квадрат" имел более узкую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости, поэтому его приходилось более точно направлять на корреспондента для получения максимальной оценки, Super-J почти не поворачивали. Общее впечатление — антенны имеют примерно равные усиления и хорошее подавление заднего лепестка. Испытуемая антенна в два раза легче "квадратов" и имеет существенно меньшие момент вращения и парусность.

***От редакции.** Файлы для моделирования описанных антенн в программе MMANA имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/ant86_30.zip**.*

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00

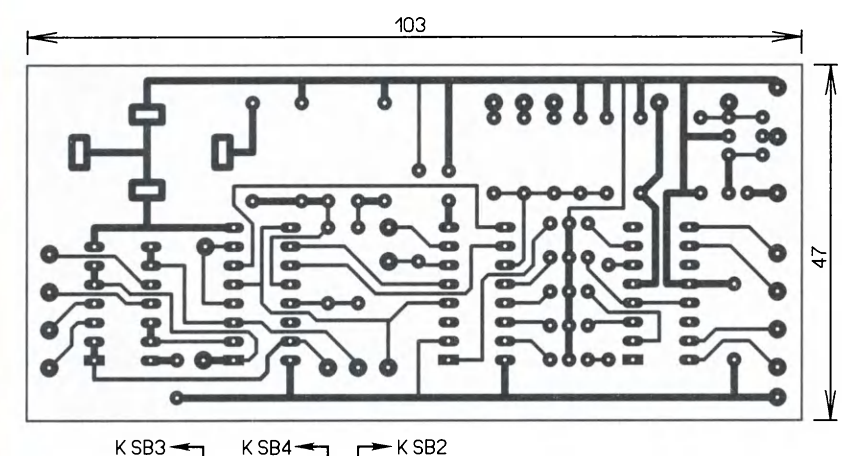
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

КАРПАЧЕВ А. Ретрочасы. — Радио, 2016, № 1, с. 37—41.

Печатная плата блока счёта времени (рис. 2 в статье).

Чертёж печатной платы и расположение элементов приведены на **рис. 1**. Для упрощения точной установки частоты задающего генератора подстроечным конденсатором C1 на плате дополнительно установлены конденсаторы C1.1 и C1.2 ёмкостью 20 и 10 пФ соответственно. Первый включён последовательно с конденсатором C1, второй — вместо C1 (по схеме на рис. 2 в статье). Конденсатор C1 — КПК-МП, КПК-МН; C1.1 и C1.2 — керамические любого типа с температурным коэффициентом ёмкости П33, НП0 или М33; C6 — оксидный любого типа; блокировочные конденсаторы C3—C5 — керамические серий К10-17, КМ или подобные импортные. Микросхема DD4 серии К155 заменима на аналогичную серии К555 или импортную; DD1 серии К176 — на аналогичную серий К561, КР1561 или импортную. Диоды VD1—VD3 — любые кремниевые маломощные.

От редакции. Чертёж печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/retro.zip*** *на нашем FTP-сервере.*



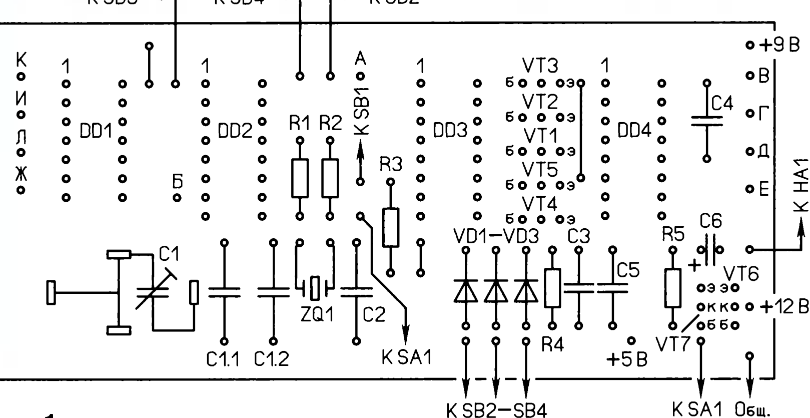
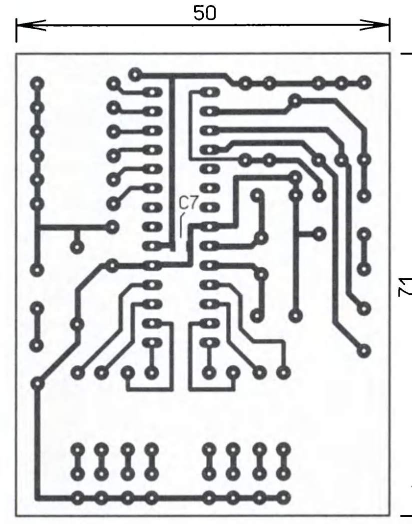


Рис. 1



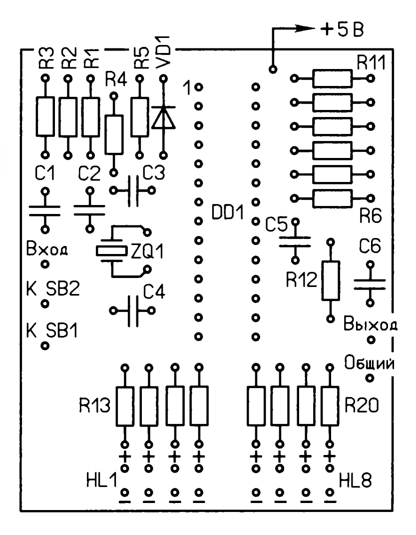


Рис. 2

ПИЧУГОВ А. Микроконтроллерный ревербератор. — Радио, 2017, № 1, с. 50.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов приведены на **рис. 2**. Конденсатор C7 — поверхностно монтируемый типоразмера 0805 или 1206. Он установлен со стороны печатных проводников на контактных площадках, расположенных напротив выводов 9 и 20 микроконтроллера DD1. Остальные конденсаторы — с монтажом в отверстия К10-17Б импортные. Все резисторы — с монтажом в отверстия любого типа, например С2-23, или импортные. Кварцевый резонатор ZQ1 — HC-49S, HC-49U. Диод КД522БА заменим любым маломощным.

От редакции. Чертёж печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/01/reverb.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ЛИТАВРИН А. МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура). — Радио, 2015, № 10, с. 12—16.

О подключении входов ОУ DA4 (рис. 5).

Правый по схеме (рис. 5) вывод резистора R34 (20 Ом) должен быть подключён к инвертирующему входу ОУ DA4 (выв. 2), а неинвертирующий вход ОУ (выв. 3) должен быть соединён с ОП1.

САВЧЕНКО А. Новые режимы в комбинированном измерительном приборе. — Радио, 2015, № 9, с. 17—19.

О разъёме X5.

В тексте статьи на с. 19 (левая и средняя колонки) упомянут разъём X5. Везде вместо X5 следует читать XS1.

МАМОНТОВ И. Терменвокс "Etherway". — Радио, 2016, № 11, с. 37—40.

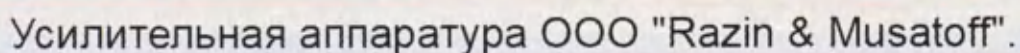
О резисторе R32.

Сопротивление резистора R32 — 470 Ом.

На выставке «Российский Hi-End 2016»

17—20 ноября 2016 г. — МТУСИ, г. Москва





Усилительная аппаратура ООО "Razin & Musatoff".



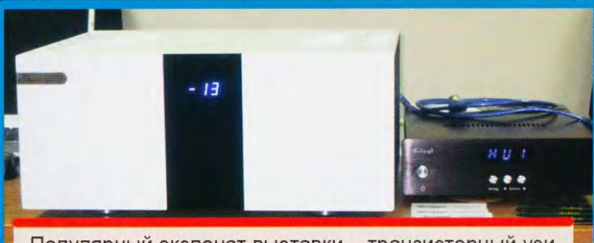
АС с прямым и обратным рупорами от OPERLY.



Трёхполосная акустическая система с ФИ/ПАС (Illuminati).



Комбинированная АС от "Студия 300" с щелевым фазоинвертором.

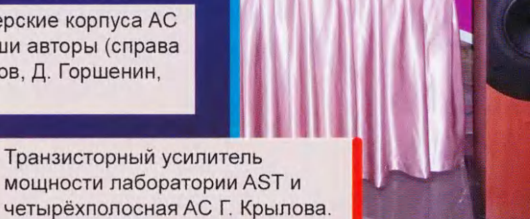


Популярный экспонат выставки – транзисторный усилитель мощности А. Трусова (АудиоТехнологии).



Акустические системы ООО "Razin & Musatoff".

Литые дизайнерские корпуса АС обсуждают наши авторы (справа налево) И. Рогов, Д. Горшенин, А. Сырицо.



Транзисторный усилитель мощности лаборатории AST и четырёхполосная АС Г. Крылова.